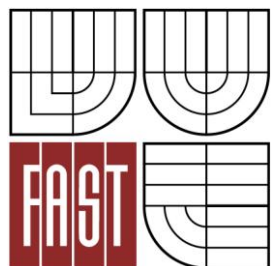




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

## STUDIE PROTIEROZNÍ OCHRANY S VYUŽITÍM SYSTÉMU PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH OPATŘENÍ

A STUDY OF EROSION CONTROL SYSTEM USING BIOTECHNICAL CONSERVATION  
MEASURES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JIŘÍ MORAVEC

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodního hospodářství krajiny

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student**

JIŘÍ MORAVEC

**Název**

Studie protierozní ochrany s využitím systému přírodě blízkých opatření

**Vedoucí bakalářské práce**

doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

**Datum zadání  
bakalářské práce**

27. 11. 2012

**Datum odevzdání  
bakalářské práce**

V termínech určených časovým harmonogramem akademického roku, nejpozději do jednoho roku od data zadání bakalářské práce

V Brně dne 27. 11. 2013

.....  
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

Brno 2013

## **Podklady a literatura**

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček M, a kol. : Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika ČZU Praha, 2012
3. Dumbrovský M, Mezera J, Střítecký L.: Metodický návod pro projektování pozemkových úprav, metodika ČMKPU 2005
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, VUMOP Praha 1997

## **Zásady pro vypracování**

S využitím standardních a digitálních podkladů v daném povodí proveďte výpočet erozního smyvu a pro vybrané profily vypočítejte objem přímého odtoku a kulminační průtok. K hodnocení odtokových poměrů využijte metodu čísel odtokových křivek CN a model DeSQ podle Prof. Hrádka. Na základě podrobné analýzy přírodních podmínek navrhnete komplexní ochranu a organizaci řešeného území formou studie plánu společných zařízení. Po návrhu opatření proveďte vyhodnocení se zaměřením na erozní a odtokové poměry.

## **Předepsané přílohy**

.....  
doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce byl návrh protierozní ochrany s využitím systému přírodě blízkých opatření ve vybraném povodí. Pomocí nástrojů ArcGis byl vytvořen digitální model terénu a stanoven průměrný erozní smyv na jednotlivých erozně uzavřených celcích. Na vybrané erozně ohrožené lokalitě byl v prostředí Microstation s použitím programové nábavby InRoads vypracován návrh systému přírodě blízkých protierozních opatření. Jako systém přírodě blízkých opatření byla vybrána soustava retenčních nádrží se sedimentačním prostorem v kombinaci s plošným zatravněním. Snahou práce je poukázat na rozdíly mezi možným optimálním řešením a kompromisním řešením, respektujícím požadavky hospodařících subjektů. Řešení respektuje trend zadržení vody v krajině a užití nízkonákladových opatření.

## **Abstract**

The objective of the bachelor thesis was the study of soil erosion control with application of system of semi-natural measures in chosen small catchment. Digital elevation model was generated and average soil loss was determined by ArcGis tools at each erosion parcel . Design of erosion control at chosen erosion risked locality was create in Microstation software and InRoads utilities. As a type of enviromental erossion control mesures was chosen a system of a earthfill dams with the sedimentation area in combination with grassing. The thesis efforts to point the differences between the possible optimal solution and a compromise solution which respects the requirements of agricultural entities. The solution respects the trend of water retention in landscape and use of low cost measures.

## **Klíčová slova**

půdní eroze, erozní smyv, plán společných zařízení, komplexní pozemkové úpravy, protierozní ochrana, protipovodňová ochrana, suchá nádrž, srážkový úhrn, využití území, zemní hráz

## **Keywords**

soil erosion, soil loss, system of common facilities, land consolidation, soil erosion control, flood control, polder, rainfall amount, land use, earthfill dam

## **Bibliografická citace VŠKP**

MORAVEC, Jiří. *Studie protierozní ochrany s využitím systému přírodě blízkých opatření*. Brno, 2013. 57 s., 13 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc..

# PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI VŠKP

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 20.5.2013

.....  
podpis autora

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>PROTIPOVODŇOVÁ A PROTIEROZNÍ OCHRANA KRAJINY .....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>PŘÍRODNÍ POMĚRY ÚZEMÍ.....</b>	<b>5</b>
4.1	Popis území.....	5
4.2	Geografický popis území .....	9
4.3	Klimatické poměry .....	9
4.4	Hydrologické poměry .....	13
4.5	Morfologické poměry území .....	15
4.6	Geologický popis území .....	17
4.7	Pedologické poměry .....	19
4.8	Krajinný pokryv území – struktura půdního fondu .....	21
4.9	Erozní poměry při současném využití území.....	24
4.10	Vodohospodářsky významné lokality a významná zařízení .....	26
<b>5</b>	<b>POUŽITÉ METODY .....</b>	<b>27</b>
5.1	Univerzální rovnice USLE Wischmeier a Smith.....	28
5.1.1	Faktor erozní účinnosti přívalového deště (R) .....	29
5.1.2	Faktor erodovatelnosti půdy (K) .....	30
5.1.3	Faktory délky a sklonu svahu (L, S).....	31
5.1.4	Faktor ochranného vlivu vegetace (C).....	32
5.1.5	Faktor účinnosti protierozních opatření (P).....	32
5.2	Metoda čísel odtokových křivek CN .....	33
5.2.1	Metoda čísel odtokových křivek CN v modifikaci modelu ERCN.....	34
<b>6</b>	<b>DÍLČÍ POVODÍ URČENÉ PRO NÁVRH SYSTÉMU PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH OPATŘENÍ.....</b>	<b>34</b>
6.1	Lokalizace dílčího povodí.....	34
6.2	Přehled stávajících vodohospodářských opatření .....	35
6.3	Vyhodnocení stávajícího stavu dílčího povodí .....	35
6.3.1	Erozní poměry při současném využití území .....	37
6.4	Hydrologické výpočty dílčího povodí .....	37
<b>7</b>	<b>PRVKY NÁVRHU SYSTÉMU PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ.....</b>	<b>39</b>
7.1	Přehled navržených opatření které jsou v různém rozsahu obsahem návrhů .....	39
7.1.1	Organizační opatření: .....	39
7.1.2	Agrotechnická opatření: .....	42
7.1.3	Technická opatření: .....	43
7.1.4	Biotechnická opatření .....	43
7.2	Technická zpráva – Protierozní hrázky.....	44
7.2.1	Předmět dokumentace.....	44
7.2.2	Popis území .....	44
7.2.3	Účel navrhovaného opatření.....	44
7.2.4	Podklady pro návrh technického řešení.....	44
7.2.5	Popis stavebně - technického řešení .....	45
7.2.6	Hydrotechnické výpočty.....	46
7.2.7	Popis vlivu navrženého opatření (souboru) na životní prostředí .....	48
<b>8</b>	<b>VLASTNÍ NÁVRHY .....</b>	<b>48</b>
8.1	Kompromisní návrh .....	49

8.1.1	Organizační opatření.....	49
8.1.2	Agrotechnická opatření.....	49
8.1.3	Technická protierozní opatření.....	50
8.1.4	Biotechnická protierozní opatření .....	50
8.2	Optimální návrh .....	50
8.2.1	Organizační opatření.....	50
8.2.2	Agrotechnická opatření.....	51
8.2.3	Technická opatření .....	51
8.2.4	Biotechnická opatření .....	51
<b>9</b>	<b>ANALÝZY A VÝSLEDKY .....</b>	<b>51</b>
9.1	Erozní ohroženost dílčího povodí .....	51
9.2	Rozbor odtokových poměrů.....	52
<b>10</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>56</b>
<b>11</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>57</b>

## Seznam tabulek

Tab. 1	průměrné roční rozdělení srážek (měsíce, mm)[6]	9
Tab. 2	průměrné roční rozdělení teplot (měsíc, °C)[6]	10
Tab. 3	Relativní četnost směrů v % a síly větru 5° (stupnice Beaufortovy)[6]	10
Tab. 4	Relativní četnost směrů v % a síly větru 5° (stupnice Beaufortovy)[6]	10
Tab. 5	Relativní četnost směrů v % a síly větru 5° (stupnice Beaufortovy)[6]	10
Tab. 6	Vlhkostní poměry (roční v %)[6]	11
Tab. 7	Výčet toků	13
Tab. 8	Krajinný pokryv Kateřinky	22
Tab. 9	Krajinný pokryv Palhanec	23
Tab. 10	Hospodařící subjekty	23
Tab. 11	Pěstovaná plodina	24
Tab. 12	Průměrná roční ztráta půdy na jednotlivé EUC zapříčiněná vodní erozí	25
Tab. 13	Přípustná ztráta půdy erozí podle hloubky půdy [15]	29
Tab. 14	Rozdělení R faktoru do měsíců vegetačního období [15]	30
Tab. 15	Protierozní osevní postupy	41
Tab. 16	Erozní ohroženost dílčího povodí	52
Tab. 17	Rozbor odtokových poměrů	55



## Seznam obrázků

Obr. 1 Zájmové území v rámci ČR [3]	6
Obr. 2 Přehledná mapa zájmového území [4]	7
Obr. 3 Satelitní snímek zájmového území [3]	8
Obr. 4 Mapa klimatických oblastí dle Quitta [6]	11
Obr. 5 Mapa průměrných ročních teplot ČR [6]	12
Obr. 6 Mapa průměrných ročních srážkových úhrnů ČR [6]	12
Obr. 7 Mapa průměrné rychlosti větru v 10 m [7]	13
Obr. 8 Hydrologické poměry zájmového území	15
Obr. 9 Geomorfologické členění ČR [9]	16
Obr. 10 Hypsometrie	16
Obr. 11 Sklonitostní poměry	17
Obr. 12 Geologická mapa území [5]	18
Obr. 13 Mapa hlavních půdních jednotek	21
Obr. 14 Mapa krajinného pokryvu	24
Obr. 15 Průměrný roční erozní smyv při současném využití území	26
Obr. 20 Přehledná mapa zájmového území [4]	35
Obr. 21 Erozní rýha v dílčím povodí vybrané lokality	36
Obr. 22 Maximální hloubka erozní rýhy vybrané lokality	37
Obr. 23 Průměrný roční erozní smyv při současném využití dílčího povodí	37

# 1 ÚVOD

Obsahem bakalářské práce je studie protierozní ochrany s využitím systému přírodě blízkých opatření. Pomocí nástrojů ArcGis byl stanoven průměrný erozní smyv na jednotlivých subpovodích před návrhem a s navrženými opatřeními. Na základě grafických výstupů programu ArcGis a terénních průzkumů byla vysledována lokalita vhodná k aplikaci protierozních opatření. Na vybrané lokalitě byl vypracován návrh systému přírodě blízkých protierozních opatření. Jako systém přírodě blízkých opatření byla vybrána soustava retenčních nádrží se sedimentačním prostorem v kombinaci s plošným zatravněním. Tento typ opatření byl vybrán v souladu s požadavky hospodařících subjektů.

## 2 CÍLE PRÁCE

- Dokumentace erozní ohroženosti zájmového území
- Rozbor odtokových poměrů
- Návrh ochranných opatření
- Vyhodnocení ochranných opatření

## 3 PROTIPOVODŇOVÁ A PROTIEROZNÍ OCHRANA KRAJINY

V druhé polovině minulého století prodělal obor protierozní ochrany prudký vývoj. Ekonomická aktivita společnosti, projevující se zvýšeným využíváním přírodních zdrojů, by měla vést společnost ke snaze využívat těchto zdrojů účelně a ekonomicky a chránit je pro příští generace. Erozní jevy, vedoucí k výraznému poškození dvou základních přírodních zdrojů – půdy a vody, se dostaly do popředí pozornosti světové veřejnosti, která hledala možnosti jak je omezit nebo zabránit jejich nepříznivým důsledkům. Vývoj společnosti je determinován možností využívat zdrojů biosféry. Některé z těchto zdrojů mohou být postupně vyčerpány nebo znehodnoceny. Půda jako jeden z hlavních zdrojů biosféry je podle definice OSN omezený a nenahraditelný přírodní zdroj. V případě postupující degradace a ztráty půdy se stává tento zdroj v mnoha částech světa hranicí dalšího rozvoje lidské společnosti. Intenzivní využívání půdy pro zemědělskou výrobu

a realizace investiční výstavby porušila postupně přirozený kryt půdy a vystavila její povrch působení erozních sil. Rozvinula se eroze, spočívající v destrukčním účinku vody a větru na půdní povrch. Došlo k rozrušování a odnosu půdní hmoty zemského povrchu a k jejímu ukládání v místech poklesu účinnosti erozních faktorů. Činnost vody, větru i ledovců. Jež v přirozených podmínkách probíhala pozvolna, z hlediska lidské generace nepozorovatelně, se v intenzívně využívané krajině výrazně zrychlila a přinesla pro společnost řadu nepříznivých důsledků. Historická eroze, jež se v minulých geologických obdobích účastnila vytváření formy zemského reliéfu, byla vystřídána zrychlenou erozí, jež dále modeluje zemský povrch. Při normální erozi probíhají erozní jevy zvolna při stavu rovnováhy v přírodě. Opačně tomu je u eroze abnormální neboli zrychlené, která nastává při porušení přírodní rovnováhy. Zrychlená eroze je příčinou nebezpečného uvolňování a transportu půdních částic a chemických látek. Při normální erozi je ztráta půdních částic doplňována tvorbou nových částic z půdního podkladu, transportní procesy jsou nevýrazné. Při zrychlené erozi dochází k takovému smyvu půdních částic a živin, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem. Chemické látky dodané půdě jsou často odneseny v plném množství. Nepříznivé důsledky zrychlené eroze, zvýrazněné industrializačními a urbanizačními procesy, se projevují nejen v ohrožení půdy, ale i v ohrožení dalšího základního přírodního zdroje – vody, a to znečišťováním uvolněnými a transportovanými látkami. Ztráta půdy postihuje nejvíce zemědělství. Uvolňování a odnos půdních částic se často děje ve velkém měřítku. Mnohdy se při intenzívních srážkách smyje mělká půdní vrstva a obnaží se půdní podklad, což má při dlouhodobém procesu tvorby nové půdy pro zemědělskou výrobu velmi nepříznivé důsledky. Ztráta rostlinných živin znamená vedle snížení výnosu i zhoršení kvality sklizně. Při erozních procesech s nižší intenzitou dochází ke ztrátě jemných půdních částic. Tím se mění půdní textura i struktura a snižuje se vodní kapacita půdy. Při procesech vodní eroze s vyšší intenzitou, při nichž dochází ke smyvu značné části vrchního půdního horizontu, nepřijímá nižší horizont, obvykle s menším obsahem organické hmoty a s menší propustností, v dostatečné míře srážkovou vodu. Půdní profil je ochuzen o zásobu vláhy, což má v suchých obdobích výrazný vliv na vývoj vegetace. Uvolněné půdní částice jsou ukládány na úpatí svahů. Jemný materiál je však transportován vodou do hydrografické sítě, v níž tvoří část splavenin. Splaveniny zanášejí vodní toky, vodní nádrže a stavby na tocích a zmenšují tak jejich kapacitu. Nebezpečí je o to větší, když se půda dostává do styku s velkým množstvím chemických látek ve formě průmyslových hnojiv a pesticidů. Chemické látky jsou transportovány spolu s půdními částicemi a pronikají do povrchových a podzemních vod, čímž ohrožují jejich využití.

Chemické látky z půdního povrchu se objevují v povrchových i podzemních vodách a mají značný vliv na kvalitu vody. Vysoký obsah dusíku spolu s fosforem způsobuje eutrofizaci mnoha vodních nádrží. [12]

Z výše zmíněných důvodů je protierozní ochrana při snaze účelně a hospodárně využívat přírodních zdrojů nezbytná. Jejím úkolem je chránit dva nejcennější z těchto zdrojů – půdu a vodu – a zabránit nepříznivým důsledkům. [12]

K zajištění podmínek pro ochranu a zúrodnění půdního fondu (mimo jiné) slouží dnes pozemkové úpravy (dále jen PÚ). Pozemkové úpravy jako organizaci půdního fondu si vynucují politické poměry a ekonomická úroveň společnosti. První historické zmínky o takovéto činnosti nacházíme již ve starověké literatuře. Důsledkem původního osídlování krajiny je neupravenost pozemkové držby, která je charakterizována zejména rozptýleností pozemků, jejich nevhodným tvarem, nepřístupností a nepravidelnými tvary katastrálních hranic. Proto bylo původním cílem PÚ scelování půdy a úprava vlastnických vztahů. Po druhé světové válce byl přijat zákon o jednotných zemědělských družstvech, který dal PÚ zcela nový politický směr – co nejrychleji zavést socialistickou zemědělskou výrobu. Důsledkem bylo nekoordinované a násilné vytvoření půdních celků neodbornými zásahy do krajiny. Období třetí etapy socializace vesnice po roce 1974 vyústilo v násilné slučování podniků do seskupení o výměře několika tisíc hektarů. Posledním druhem socialistických projektů, které se tragicky podílely na vytváření zemědělské krajiny, byly souhrnné pozemkové úpravy. Ty měly řešit nejen organizaci půdního fondu, ale i ochranu a tvorbu krajinného prostředí. I přes probíhající výzkumy eroze, kterými se v té době zabývala již řada odborníků, však většinou v projektech převládalo jednostranné hledisko maximální využitelnosti mechanizace a snaha respektovat další ekonomické (nikoli ekologické) ukazatele. Většina navrhovaných opatření k revitalizaci krajiny zůstávala pouze v návrzích. [11]

Dnešní snahou je v rámci návrhů pozemkových úprav zajistit podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability. Tyto snahy jsou reprezentovány návrhem protierozních a protipovodňových opatření.

Protierozní (dále jen PE) opatření dále dělíme na organizační, agrotechnická a technická. Organizační opatření zahrnují změnu tvaru a velikosti pozemku, delimitaci kultur, ochranná zatravnění či zalesnění, PE rozmísťování plodin, PE osevní

postupy, PE směr výsadby či pásové střídání plodin. Agrotechnická opatření jsou prováděna formou PE agrotechnologií, hrázkování, důlkování, mulčování nebo hrázkování apod. Biotechnická PEO tvoří PE meze, PE průlehy, PE příkopy, stabilizace drah soustředěného povrchového odtoku, PE hrázky, PE nádrže, terasování a polní cesty s PE funkcí. [13]

Protipovodňová ochrana je v rámci PÚ obvykle prováděna pomocí suchých retenčních nádrží (tzv. poldrů). Ochranné retenční nádrže patří k základním vodohospodářským opatřením určeným k ochraně krajiny, objektů a zařízení před nepříznivými účinky velkých vod. Jejich hlavním úkolem je zachycení povodňové vlny a splavenin v retenčním prostoru nádrže a její transformaci na přípustnou hodnotu. Začlenění ochranných nádrží do krajiny, jejich uspořádání a provoz úzce souvisí s řešením PÚ. [14]

Pozemkové úpravy jako organizaci půdního fondu si vynucují politické poměry a ekonomická úroveň společnosti. První historické zmínky o takovéto činnosti nacházíme již ve starověké literatuře. Důsledkem původního osídlování krajiny je neupravenost pozemkové držby, která je charakterizována zejména rozptýleností pozemků, jejich nevhodným tvarem, nepřístupností a nepravidelnými tvary katastrálních hranic. Předmětem současných pozemkových úprav jsou všechny pozemky v obvodu pozemkové úpravy bez ohledu na dosavadní způsob využívání a existující vlastnické vztahy k nim. Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky. Pozemky se scelují nebo dělí a zabezpečuje se jejich přístupnost a využití. Je zapotřebí vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věčná břemena. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav dále slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako závazný podklad pro územní plánování. Pokud se nejedná pouze o lokální problém, jsou pozemkové úpravy zpravidla prováděny formou komplexních pozemkových úprav. Součástí každé komplexní pozemkové úpravy je návrh plánu společných zařízení. Ten obsahuje především návrh nové cestní sítě, protierozních a protipovodňových opatření spolu s návrhem prvků územního systému ekologické stability. Bakalářská práce se zabývá významnou částí plánu společných zařízení a to opatřeními, které zajišťují protierozní a protipovodňovou ochranu krajiny. [11]

## 4 PŘÍRODNÍ POMĚRY ÚZEMÍ

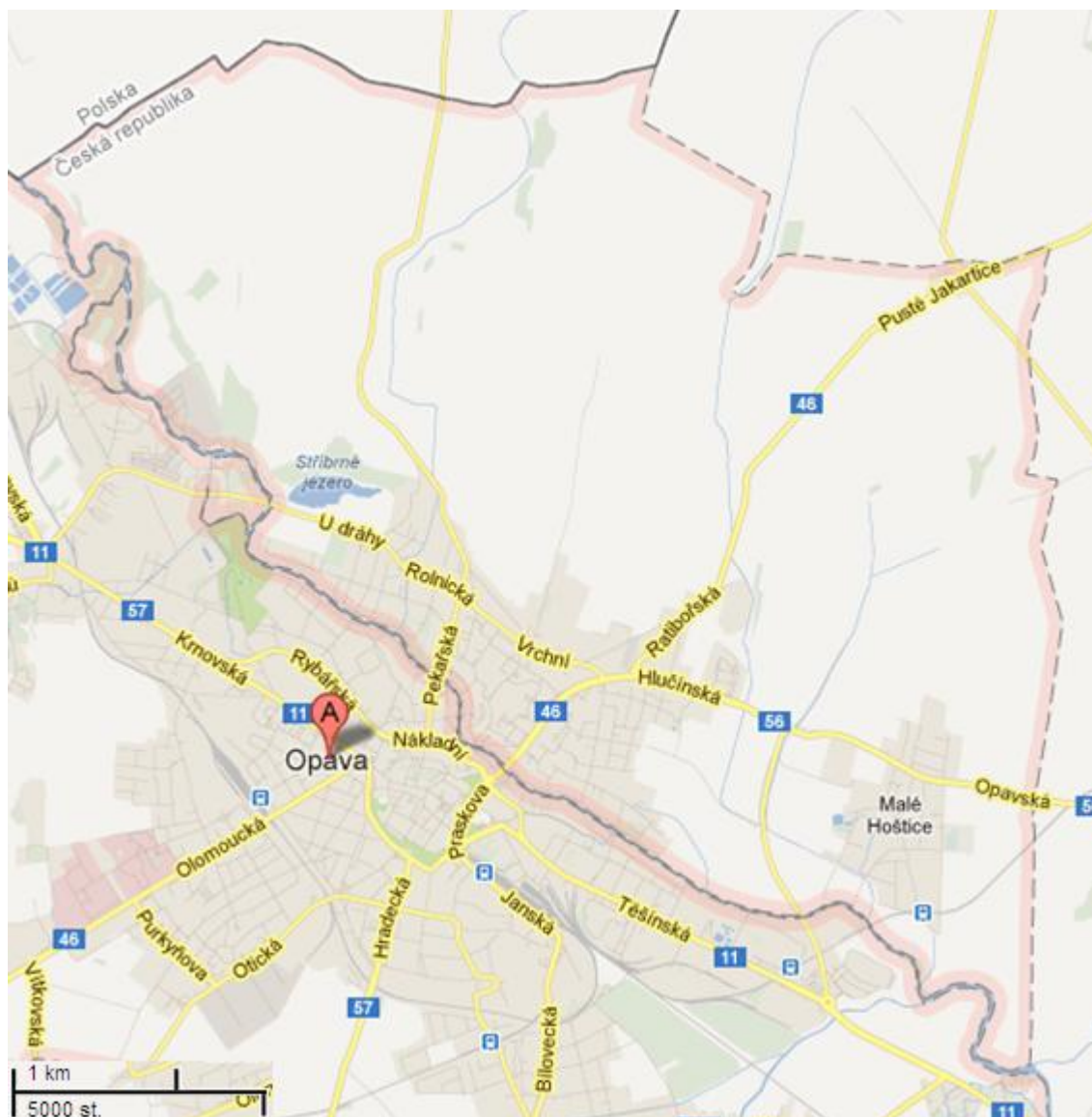
### 4.1 Popis území

Městské části Kateřinky a Palhanec svými katastrálními územími hraničí s Polskem a nachází se na severní straně města Opava. Výměra katastrálních území v případě k. ú. Kateřinky u Opavy činí 14,49 km<sup>2</sup> a v případě k. ú. Palhanec výměra činí 1,69 km<sup>2</sup>.

Zájmové území se rozprostírá v opavském bioregionu, který je situován ve střední části Slezska a je téměř shodný s geomorfologickým celkem Opavská pahorkatina, která je tvořena pahorkatinou na ledovcových sedimentech se sprašovými hlínami a má poměrně teplé a suché klima. Vegetace je zde zastoupena dubohabrovými háji, velmi významné jsou však zde, bezkolencové březové doubravy a rašelinné březiny, které zabírají nejrozsáhlejší plochy. Na sušších místech jsou ostrůvkovitě zastoupeny acidofilní doubravy, podél řek jsou situovány široké luhy. Biodiversita je poměrně nízká, jsou zde však zastoupeny velmi rozmanité druhové prvky. V současnosti je hlavním způsobem využití území, intenzivní zemědělská výroba. V lesích jsou zachovány borové kultury a fragmenty dubohabřin a bučin. [21]

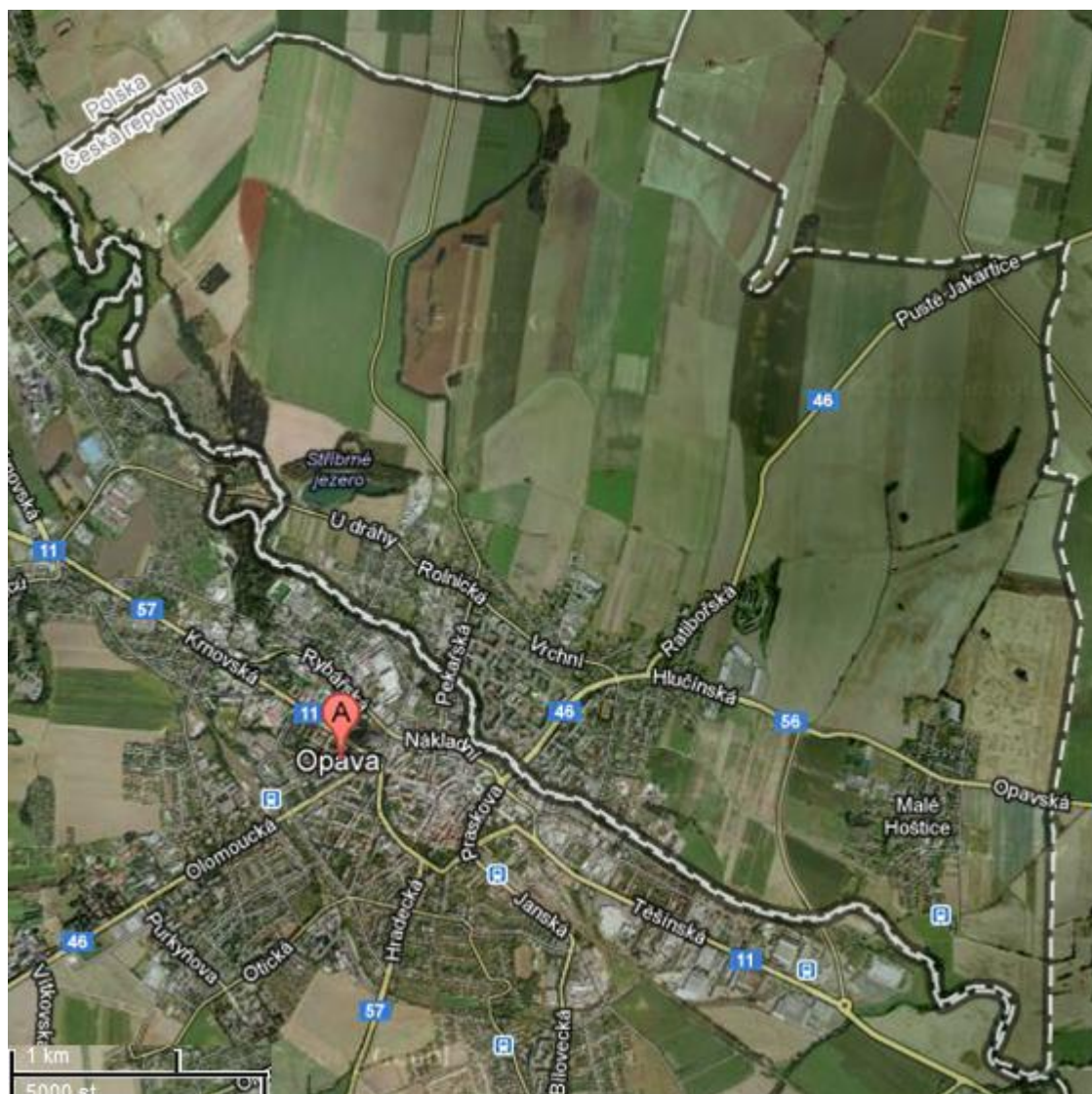


**Obr. 1 Zájmové území v rámci ČR [3]**



Obr. 2 Přehledná mapa zájmového území [4]





Obr. 3 Satelitní snímek zájmového území [3]

## 4.2 Geografický popis území

Katastrální území městských částí Kateřinky a Palhanec leží v údolí řeky Opavy v Moravskoslezském kraji. Městské části Kateřinky a Palhanec náleží městu Opava.

Reliéf krajiny je tvořen charakteristicky oblé zvlněnou plochou pahorkatin, typickou pro oblasti starého zalednění. Údolí jsou široká, otevřená, max. 20 - 40 m hluboká.

Dle výškové členitosti má reliéf charakter ploché pahorkatiny s členitostí 40 - 80 m. Nejnižším bodem je kóta cca 254 m n.m. v korytě Kateřinského potoka, nejvyšším je pak kopec v severní části zájmového území s kótou 300 m n.m. Typická výška území se pohybuje okolo 275 m n.m.

## 4.3 Klimatické poměry

V zájmovém území se podnebí vyznačuje kontinentálním charakterem a proměnlivým počasím, s občasnými výkyvy teplot a srážek. Poloha zájmového území, situovaná na východ od masívu Hrubého Jeseníku a na sever do Slezské nížiny, způsobuje, že zde bývá počasí často odlišné od počasí na Moravě a v Čechách a shoduje se spíše s počasím v polské části Slezska. Vlivy Baltského moře zde způsobují zejména chladnější jaro a teplejší suchý a slunný podzim (tzv. slezský podzim).

V blízkosti zájmového území leží klimatologická stanice Opava, která se nachází jižně od řešeného území.

### Srážky

- roční průměrný úhrn srážek: 640 mm
- průměrný úhrn srážek za vegetační období IV. – IX měsíce: 435 mm
- průměrný počet dnů s bouřkou (přívalovou srážkou): 19,5 dne
- průměrné roční rozdělení srážek (měsíce, mm)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
25	23	33	45	73	78	97	85	57	51	41	32

**Tab. 1 průměrné roční rozdělení srážek (měsíce, mm)[6]**

## Teploty

- průměrné roční rozdělení teplot (měsíc, °C)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-2,2	-1,1	2,9	7,8	13,1	16,0	17,9	17,0	13,4	8,4	3,4	-0,1

**Tab. 2 průměrné roční rozdělení teplot (měsíc, °C)[6]**

- průměrná roční teplota vzduchu: 8 °C
- průměrná teplota vzduchu ve vegetačním období: 14,2 °C
- průměrný počet mrazových dnů: 110,1 dne

## Směr a síla větru

- Relativní četnost směrů v % a síly větru 5° (stupnice Beaufortovy)
- v létě:

S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
0,3	0,1	-	-	0,4	0,6	0,7	0,2

**Tab. 3 Relativní četnost směrů v % a síly větru 5° (stupnice Beaufortovy)[6]**

- v zimě:

S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
0,7	-	-	-	1,1	3,2	1,2	0,2

**Tab. 4 Relativní četnost směrů v % a síly větru 5° (stupnice Beaufortovy)[6]**

- v roce:

S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
0,6	0,1	-	0,1	0,8	1,9	0,9	0,4

**Tab. 5 Relativní četnost směrů v % a síly větru 5° (stupnice Beaufortovy)[6]**

prevládající směr větru: jihozápadní

### Vlhkostní poměry (roční v %)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
82	80	78	72	71	71	71	74	76	80	83	85

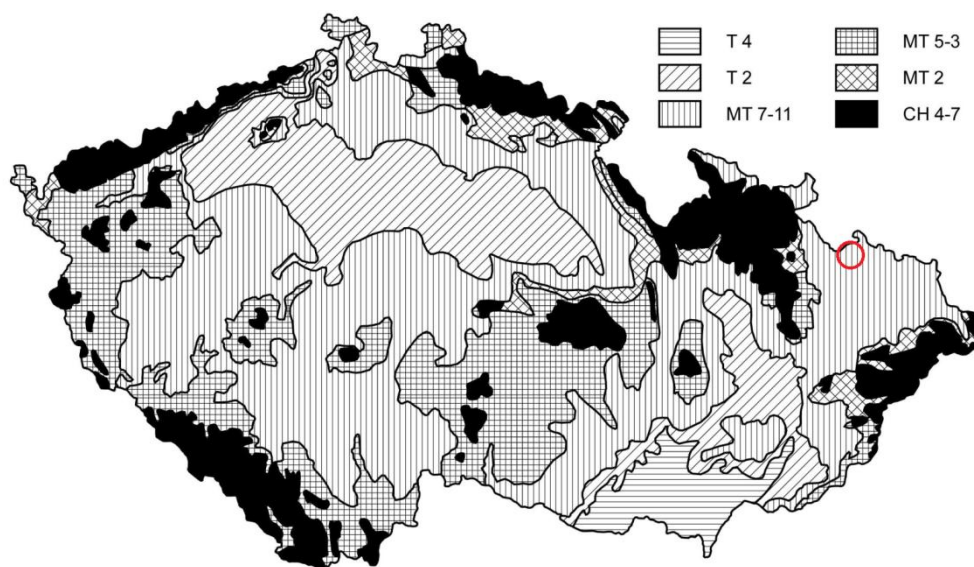
**Tab. 6 Vlhkostní poměry (roční v %)[6]**

- průměrná roční relativní vlhkost vzduchu: 77%

#### • Vybrané klimatické charakteristiky

Zájmové území spadá do klimatické oblasti MT10 - mírně teplé. MT10 – vyznačuje mírně teplou oblast s dlouhým létem a krátkou zimou.

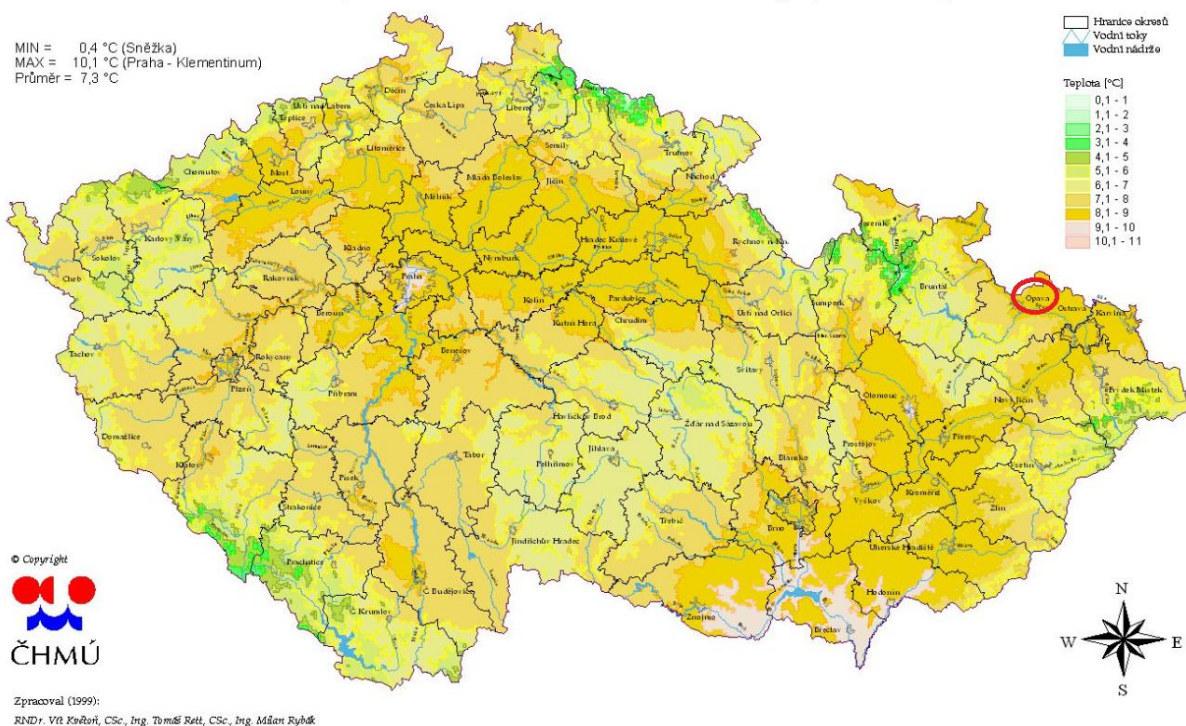
V roce 1971 bylo E. Quittem zpracováno klimatickogeografické členění Československa, ve kterém vymezil na našem území 3 základní klimatické oblasti – teplou, mírně teplou a chladnou. Řešené území spadá v rámci mírně teplé klimatické oblasti do podoblasti teplejšího a suššího charakteru.



**Obr. 4 Mapa klimatických oblastí dle Quitta [6]**



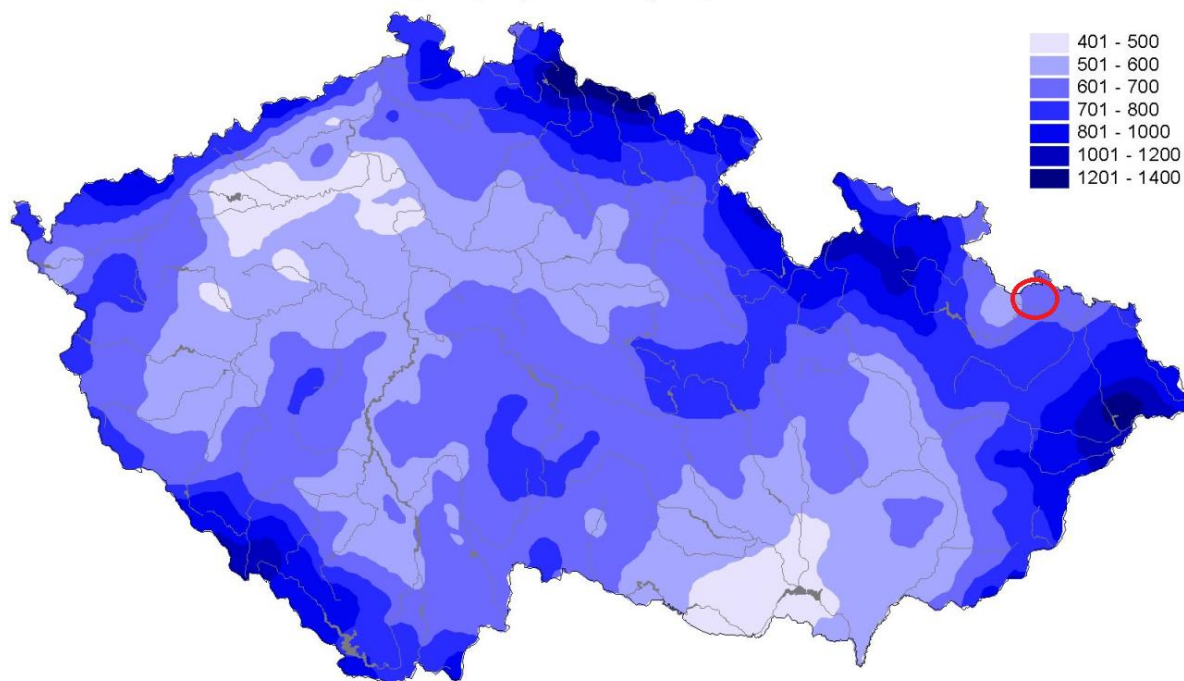
Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961-1990 [°C]. Česká republika.



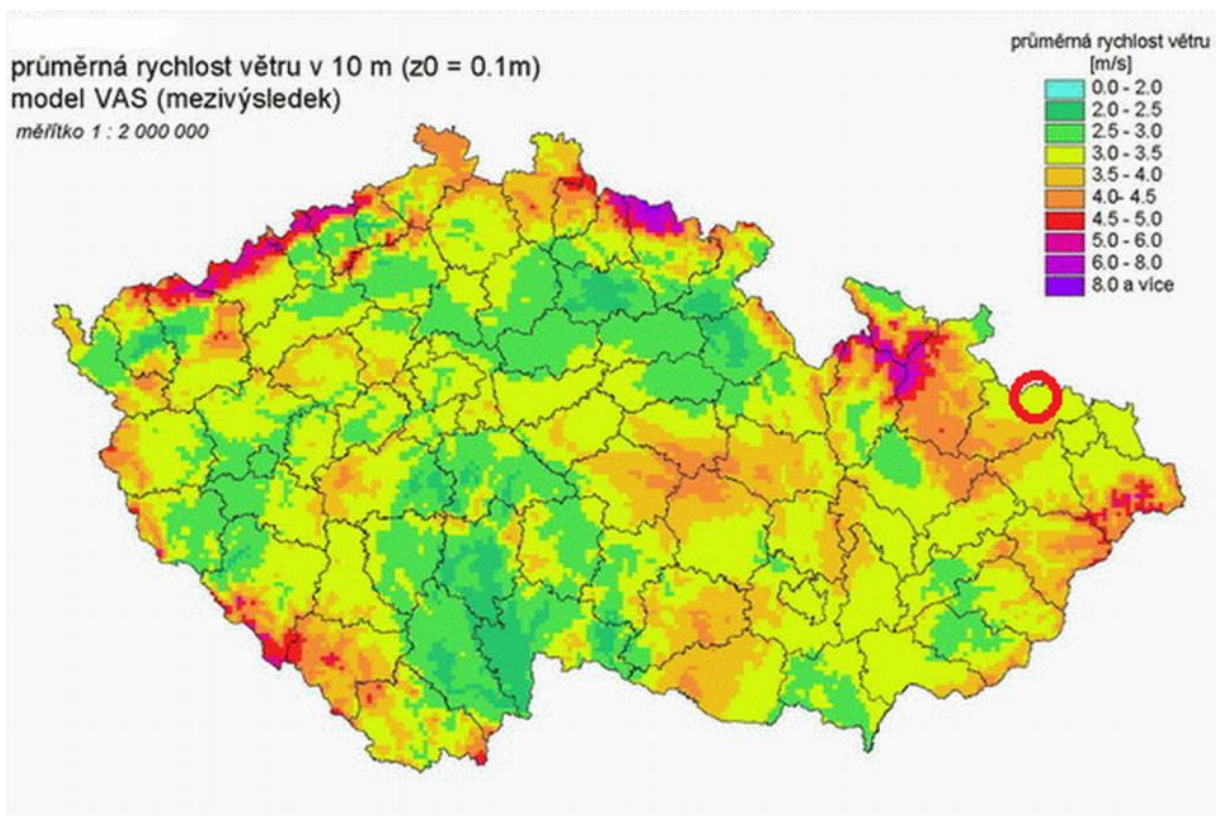
Obr. 5 Mapa průměrných ročních teplot ČR [6]

Normály ročních srážkových úhrnů 1961 - 90 [mm]

(Metoda splínungu dr. Kořetník a ing. Retta)



Obr. 6 Mapa průměrných ročních srážkových úhrnů ČR [6]



Obr. 7 Mapa průměrné rychlosti větru v 10 m [7]

#### 4.4 Hydrologické poměry

Zájmové území leží v hlavním povodí řeky Odry, v dílčím povodí řeky Opavy. Hydrografická síť je tvořena potoky „Plštským, Kateřinským a Bezejmenným 1. tokem“

V zájmovém území se nacházejí tyto toky:

<i>Evidenční číslo</i>	<i>Název</i>	<i>Délka toků v k.ú. Kateřinky u Opavy a Palhanec</i>	<i>Stručný popis</i>
2-02-01-088/0	<b>Plštský potok</b>	3,13 km	Plštský potok má přírodní koryto a ze senzorického hlediska poměrně čistou vodu. Místy jsou v korytě nežádoucí předměty a nahromaděné splaveniny.
2-02-01-090/0	<b>Kateřinský potok</b>	2,58 km	Kateřinský potok má upravené koryto a ze senzorického hlediska již méně čistou vodu. Místy jsou v korytě nežádoucí předměty.
2-02-01-090/0	<b>Bezejmenný 1. tok</b>	0,28 km	Bezejmenný 1. tok má upravené koryto a ze senzorického hlediska také již méně čistou vodu. Místy jsou v korytě nežádoucí předměty.

Tab. 7 Výčet toků

*Délka vodních toků celkem: 5,99 km.*

- **Hydrologické pořadí oblastí povodí**

**2-02-01-084/0** - Jde o tok náležící do úmoří Baltského moře, hlavního povodí Odry, dílčího povodí Opavy, Plšťského potoka.

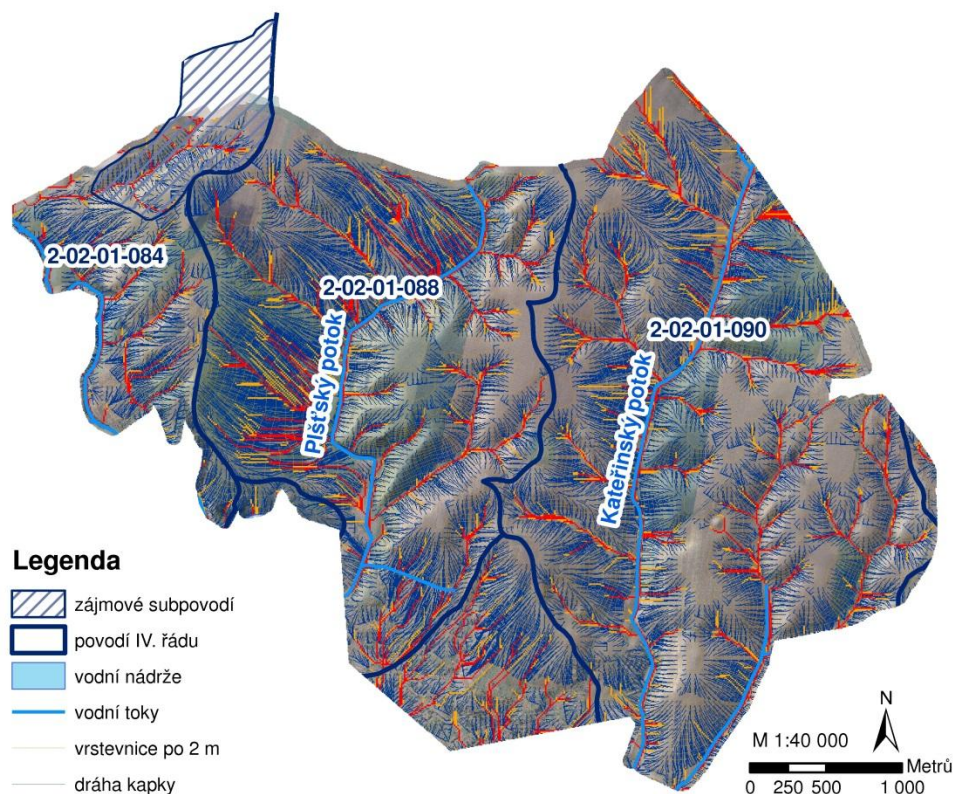
**2-02-01-090/0** - Jde o tok náležící do úmoří Baltského moře, hlavního povodí Odry, dílčího povodí Opavy, Kateřinského potoka.

**2-02-01-090/0** - Jde o tok náležící do úmoří Baltského moře, hlavního povodí Odry, dílčího povodí Opavy, dílčího povodí Kateřinského potoka, Bezejmenný 1. tok.

Rozložení průtoků v tocích je v průběhu roku přirozeně rozkolísané. Obecně nejvíce vody odeče v jarních měsících v období tání, nejméně koncem léta a na podzim, kdy některé toky vysychají.

Potoky „Plšťský a Kateřinský“ jsou ve správě Povodí Odry, s.p. Ostrava. „Bezejmenný 1.tok“ se nalézá na pozemku LV 11000 (neznámý vlastník). Jednotlivé vodoteče jsou popsány níže.



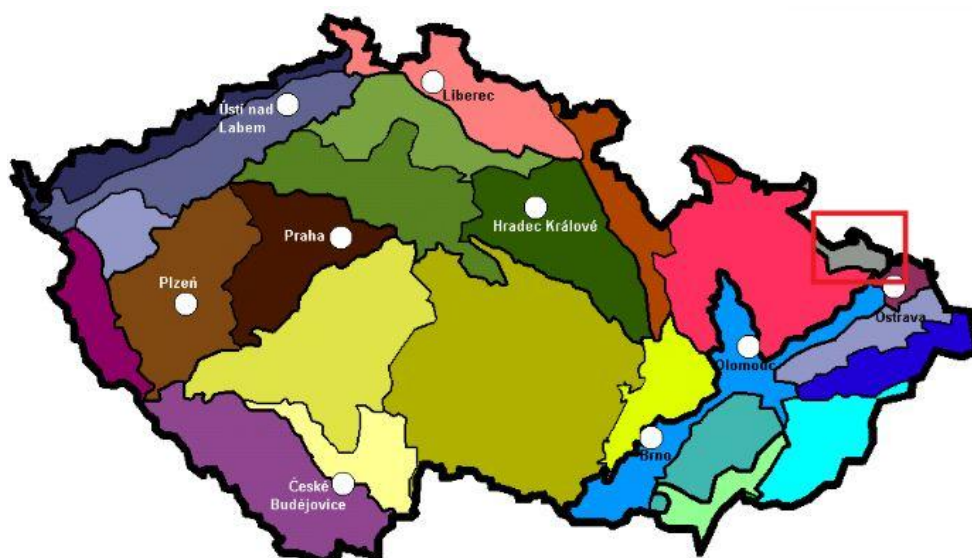


**Obr. 8 Hydrologické poměry zájmového území**

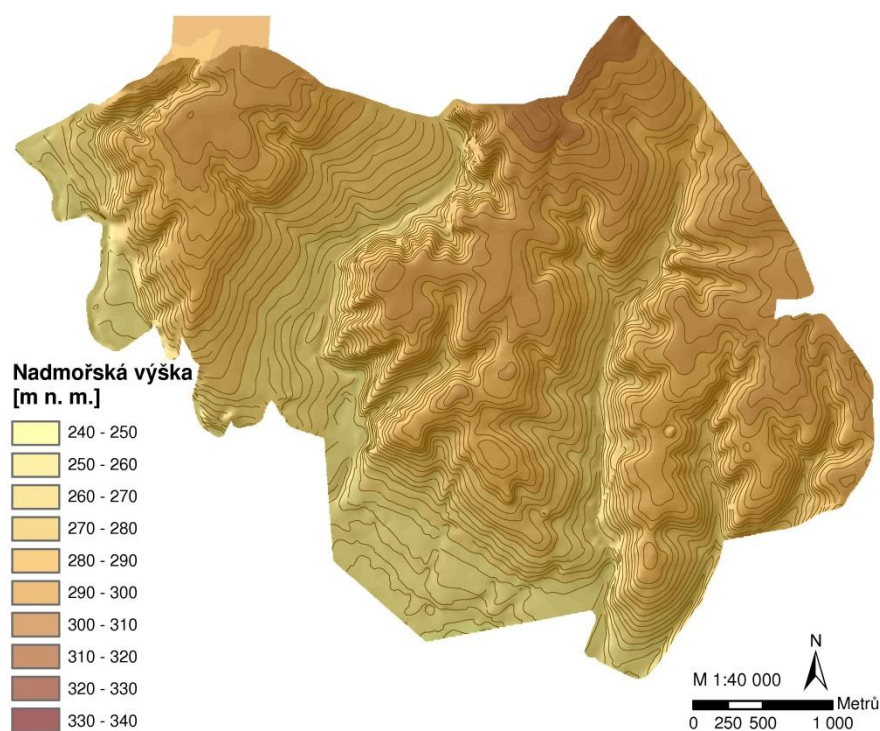
#### 4.5 Morfologické poměry území

Dle geomorfologického členění je zájmové území součástí Opavské pahorkatiny, která je jediným celkem Slezské nížiny na našem území. Opavská pahorkatina je na východě ohraničena Ostravskou pánví a na jihu a západě Nízkým Jeseníkem. Severní hranici tvoří státní hranice s Polskem. Okolní reliéf vznikl na málo odolných sedimentech kontinentálního zalednění. Jeho základní rysy tvoří široce zaoblené rozvodní hřbety, plošiny a mírně skloněné svahy. Lokalita je situována v nadmořské výšce okolo 270 m. Průměrné roční teploty se pohybují okolo 8°C, průměrný roční úhrn srážek činí 600 – 650 mm. Z hydrologického hlediska území náleží k povodí Odry a dílčímu povodí Opavy a je odvodňováno Kateřinským a Plšským potokem (Ostrou).

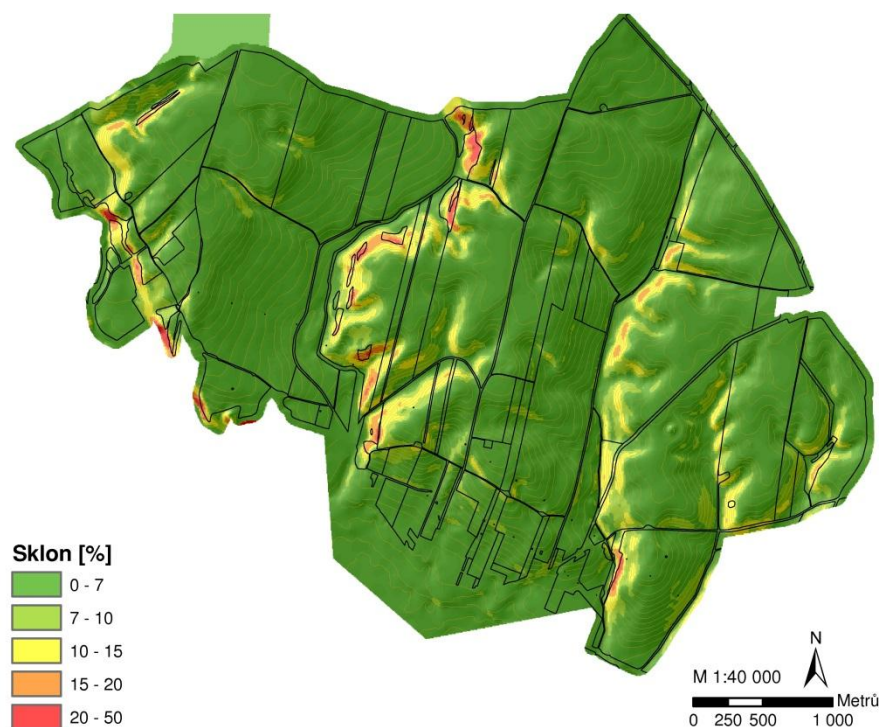




Obr. 9 Geomorfologické členění ČR [9]



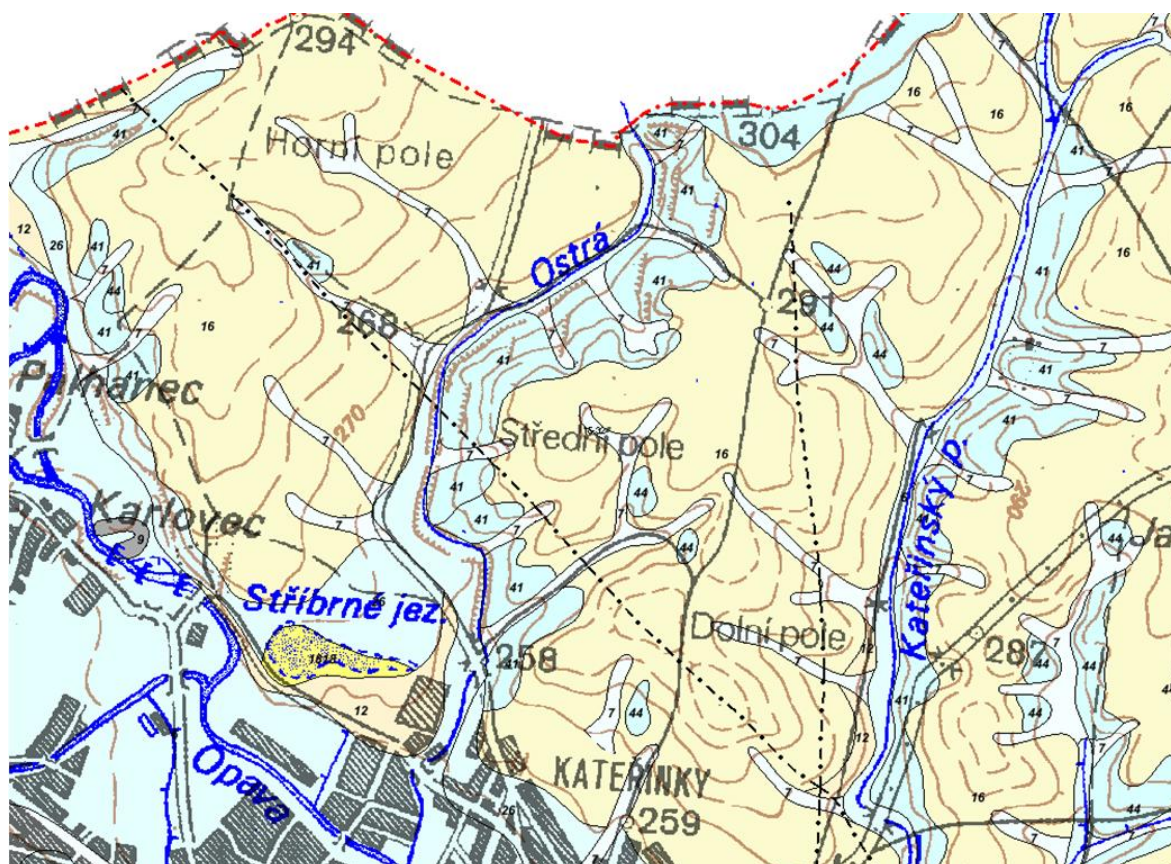
Obr. 10 Hypsometrie



**Obr. 11 Sklonitostní poměry**

## 4.6 Geologický popis území

Z geologického hlediska se lokalita nachází v oblasti opavské pánve, která je součástí neogénu karpatské předhlubně. Karpatská předhlubeň je mořská pánev, která je součástí periferních alpsko-karpatských pánví a která se během miocénu v souvislosti s násunem flyšových příkrovů Karpat pohybovala směrem k severozápadu na Český masiv. Opavská pánev je situována na paleozoickém podkladu a je vyplněna především marinními sedimenty středního a svrchního badenu. Mocnost badenu zde dosahuje 300 – 500 m. Neogenní vápnité a písčité jíly místy se sádrovcovými horizonty, budující podloží daného území, jsou řazeny ke krzyzanowskému souvrství. Sedimenty badenu vycházejí na povrch jen ojediněle, většinou jsou překryty sedimenty pleistocenního zalednění - glacifluviálními štěrkopísky, rezavěhnědými nevytříděnými glacienními tilly a glacialakustrinními písky a jíly. Svrchní pokryv představují spraše a sprašové hlíny. V nivách vodotečí jsou zastoupeny holocenní povodňové hlíny, písky a štěrky. [5] Viz. Obr. 12



#### LEGENDA



**smíšený sediment [ID: 7]**

Eratém: **kenozoikum**, Útvar: **kvartér**, Oddělení: **holocén**, Horniny: **sediment smíšený**, Typ hornin: **sediment nepevněný**, Zrnitost: **jemnozrnná převážně**, Poznámka: **včetně výplavových kuželů**, Soustava: **Český masív - pokryvné útvary a postvariské magmatity**, Oblast: **kvartér**



**písek až štěrk [ID: 41]**

Eratém: **kenozoikum**, Útvar: **kvartér**, Oddělení: **pleistocén**, Suboddělení: **pleistocén střední**, Poznámka: **saale**, Poznámka: **Saale**, Horniny: **písek, štěrk**, Typ hornin: **sediment nepevněný**, Mineralogické složení: **pestré**, Zrnitost: **písek, štěrk**, Barva: **proměnlivá**, Soustava: **Český masív - pokryvné útvary a postvariské magmatity**, Oblast: **kvartér**, Region: **kvartér akumulčních oblastí Českého masívu**, Jednotka: **kvartér oblastí kontinentálního zalednění Českého masívu**



**sprašová hlína [ID: 19]**

Eratém: **kenozoikum**, Útvar: **kvartér**, Oddělení: **pleistocén**, Suboddělení: **pleistocén svrchní**, Horniny: **sprašová hlína**, Typ hornin: **sediment nepevněný**, Mineralogické složení: **křemen + příměsí**, Barva: **okrově hnědá**, Poznámka: **místa s hrubší klastickou příměsí**, Soustava: **Český masív - pokryvné útvary a postvariské magmatity**, Oblast: **kvartér**

**Obr. 12 Geologická mapa území [5]**



## 4.7 Pedologické poměry

V zájmovém území se nacházejí nejčastěji hnědozemě na sprašových hlínách až spraších (okolí Opavy). Méně jsou rozšířené primární pseudogleje a pseudoglejové luvizemě. Poměrně velké plochy zabírají hlinité glejové fluvizemě. Lokálně se při okraji nivy Opavy vyskytují organozemě.

Při hodnocení pedologických poměrů vycházíme z údajů map BPEJ – bonitovaných půdně ekologických jednotek. Pětimístný kód BPEJ definovaný vyhláškou ministerstva zemědělství č. 327/1998 Sb., ve znění pozdějších právních předpisů, vyjadřuje:

- |               |  |
|---------------|--|
| 1. místo      | - klimatický region  |
| 2. a 3. místo | - hlavní půdní jednotku (HPJ) – což je syntetická agronomická jednotka charakterizovaná půdním typem, subtypem, substrátem a zrnitostí včetně charakteru skeletovitosti, hloubky půdního profilu a vláhového režimu v půdě |
| 4. místo      | - kód kombinace sklonitosti a expozice   |
| 5. místo      | - kód kombinace skeletovitosti a hloubky půdy  |

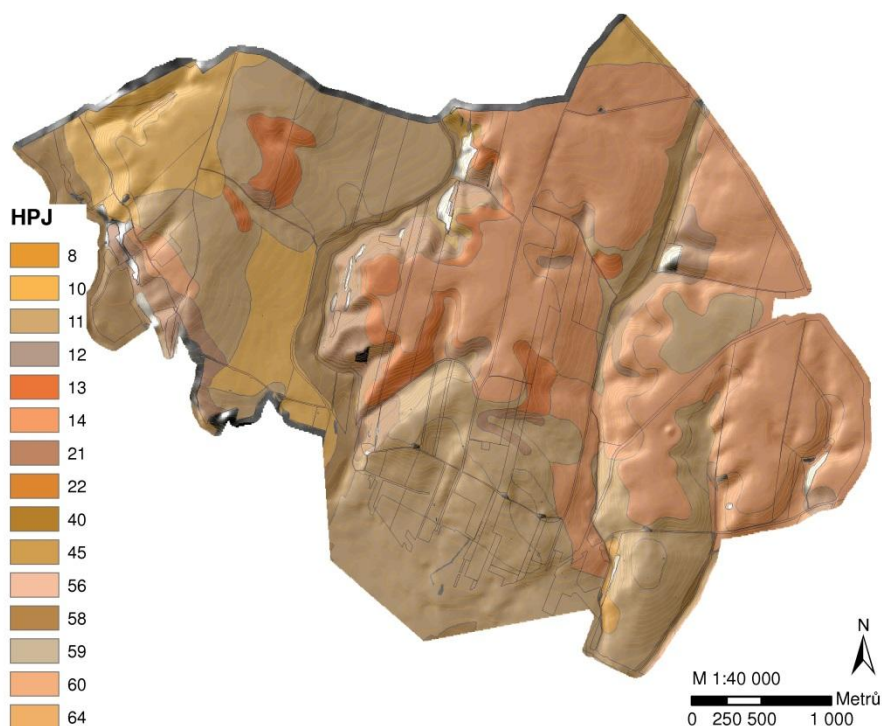
### **Z půdních jednotek jsou zde zastoupeny tyto:**

- HPJ 08 - Černozemě modální a černozemě pelické, hnědozemě, luvizemě, popřípadě i kambizemě luvické, smyté, kde dochází ke kultivaci přechodného horizontu nebo substrátu na ploše větší než 50 %, na spraších, sprašových a svahových hlínách, středně těžké i těžší, převážně bez skeletu a ve vyšší sklonitosti.
- HPJ 10 - Hnědozemě modální včetně slabě oglejených na spraších, středně těžké s mírně těžší spodinou, bez skeletu, s příznivými vláhovými poměry až sušší.

- HPJ 11 - Hnědozemě modální včetně slabě oglejených na sprašových a soliflukčních hlínách (prachovicích), středně těžké s těžší spodinou, bez skeletu, s příznivými vlhkostními poměry.
- HPJ 13 - Hnědozemě modální, hnědozemě luvické, luvizemě modální, fluvizemě modální i stratifikované, na eolických substrátech, popřípadě i svahovinách (polygenetických hlínách) s mocností maximálně 50 cm uložených na velmi propustném substrátu, bezskeletovité až středně skeletovité, závislé na dešťových srážkách ve vegetačním období.
- HPJ 14 - Luvizemě modální, hnědozemě luvické včetně slabě oglejených na sprašových hlínách (prachovicích) nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry.
- HPJ 21 - Půdy arenického subtypu, regozemě, pararendziny, kambizemě, popřípadě i fluvizemě na lehkých, nevododržných, silně vysušných substrátech.
- HPJ 40 - Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici.
- HPJ 45 - Hnědozemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, často s eolickou příměsí, středně těžké, bez skeletu až slabě skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření.
- HPJ 58 - Fluvizemě glejové na nivních uloženinách, popřípadě s podložím teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí, pouze slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry po odvodnění příznivé.
- HPJ 59 - Fluvizemě glejové na nivních uloženinách, těžké i velmi těžké, bez skeletu, vláhové poměry nepříznivé, vyžadují regulaci vodního režimu.

Hlavním způsobem využití pozemků řešených v k.ú. Kateřinky u Opavy a Palhanec je intenzivní zemědělská výroba na zemědělské půdě, scelená do velkoplošně obhospodařovaných pozemků, které jsou rozděleny polními cestami a krajinnou zelení.

Území je charakterizováno průměrnou hodnotou faktoru erodovatelnosti půdy K, která je rovna  $K = 0,48$ . Faktor náchylnosti půdy k erozi je definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřená v  $t \cdot ha^{-1}$  na jednotku faktoru R (erozní účinnosti deště).



**Obr. 13 Mapa hlavních půdních jednotek**

#### **4.8 Krajinový pokryv území – struktura půdního fondu**

Rozloha katastrálního území Kateřinky u Opavy činí 1448,76 ha a rozloha k.ú. Palhance činí 168,69 ha. Řešené území je charakteristické velmi vysokou intenzitou zemědělského hospodaření na velkých půdních celcích. Většina výměry zemědělské půdy je využívána v kultuře orné půdy, malá část v trvalém travním porostu.

Stupeň zornění dosahuje v k.ú. Kateřinky 95,39 % a v k.ú. Palhanec 81,33% z celkové výměry zemědělské půdy.

Na většině území jsou pěstovány obiloviny. Podrobné rozdělení dle Tab. 11.

Struktura půdního fondu v k.ú. Kateřinky u Opavy		
	<i>Užití zemědělské půdy</i>	<i>Výměra [ha]</i>
<b><i>Základní údaje:</i></b>	celková výměra k.ú.	1448,76
	výměra zemědělské půdy	1183,80
	výměra nezemědělské půdy	264,96
<b><i>Zemědělská půda:</i></b>	orná půda	1129,24
	chmelnice	0,00
	vinice	0,00
	zahrady	40,58
	sady	0,00
	trvalý travní porost	13,97
	vodní plocha	13,30
<b><i>Nezemědělská půda:</i></b>	Lesní půda	11,85
	Zastavěné plochy	56,02
	ostatní plochy	183,80

**Tab. 8 Krajinný pokryv Kateřinky**

Struktura půdního fondu v k.ú. Palhanec		
	<i>Užití zemědělské půdy</i>	<i>Výměra [ha]</i>
<b><i>Základní údaje:</i></b>	celková výměra k.ú.	168,69
	výměra zemědělské půdy	144,96
	výměra nezemědělské půdy	23,73
<b><i>Zemědělská půda:</i></b>	orná půda	117,90
	chmelnice	0,00
	vinice	0,00
	zahrady	3,35
	sady	0,00
	trvalý travní porost	23,71
	vodní plocha	3,98
<b><i>Nezemědělská půda:</i></b>	Lesní půda	2,03
	Zastavěné plochy	3,67
	ostatní plochy	14,05

**Tab. 9 Krajinný pokryv Palhanec**

Hlavním způsobem využití pozemků v k.ú. Kateřinky u Opavy a Palhanec je intenzivní zemědělská výroba na velkoplošných pozemcích.

- Z hlediska hospodaření v k.ú. Kateřinky u Opavy a Palhanec jsou v následující tabulce uvedeny majoritně hospodařící subjekty:

<b>ha</b>	<b>Hospodařící subjekty</b>
480,86	Kateřinská zemědělská a.s. (majoritní uživatel v k.ú. Kateřinky)
200,62	Agroprogres Kateřinky s.r.o. (k.ú. Kateřinky)
107,23	Zemědělské družstvo Hraničář Loděnice (majoritní uživatel v k.ú. Palhanec)
92,64	Petr Honka (k.ú. Kateřinky)
19,34	Josef Proksch (k.ú. Kateřinky)

**Tab. 10 Hospodařící subjekty**

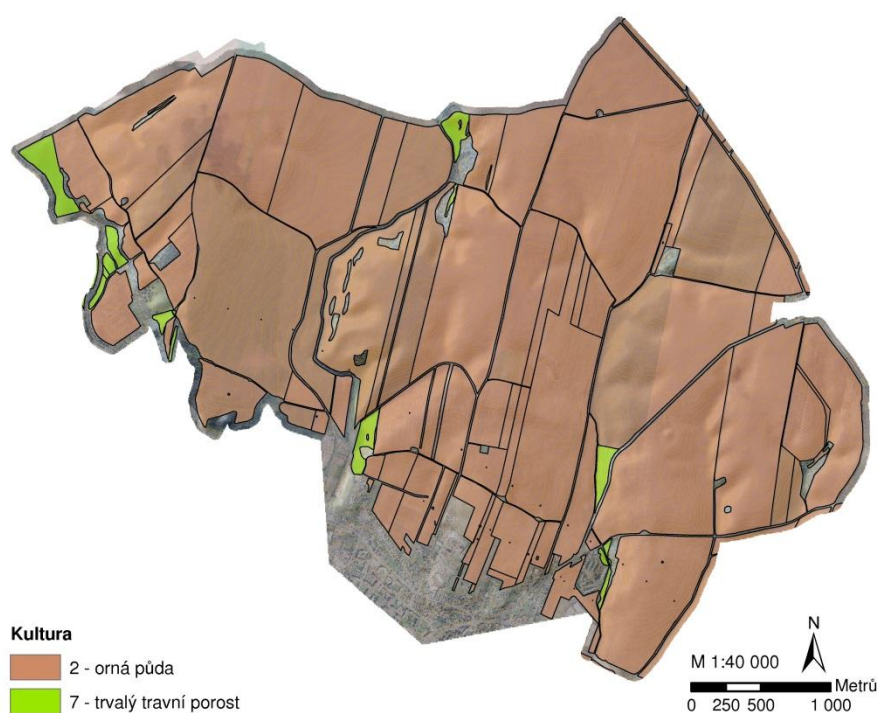


- Struktura pěstovaných plodin:

%	Pěstovaná plodina
50	Obiloviny
18	Řepka olejka
10	Mák
10	Kukuřice
12	Řepa cukrovka

**Tab. 11 Pěstovaná plodina**

*Zastoupení plodin uvedené v tabulce bylo konzultováno s majoritně hospodařícím subjektem Kateřinskou zemědělskou a.s.[20]*



**Obr. 14 Mapa krajinného pokryvu**

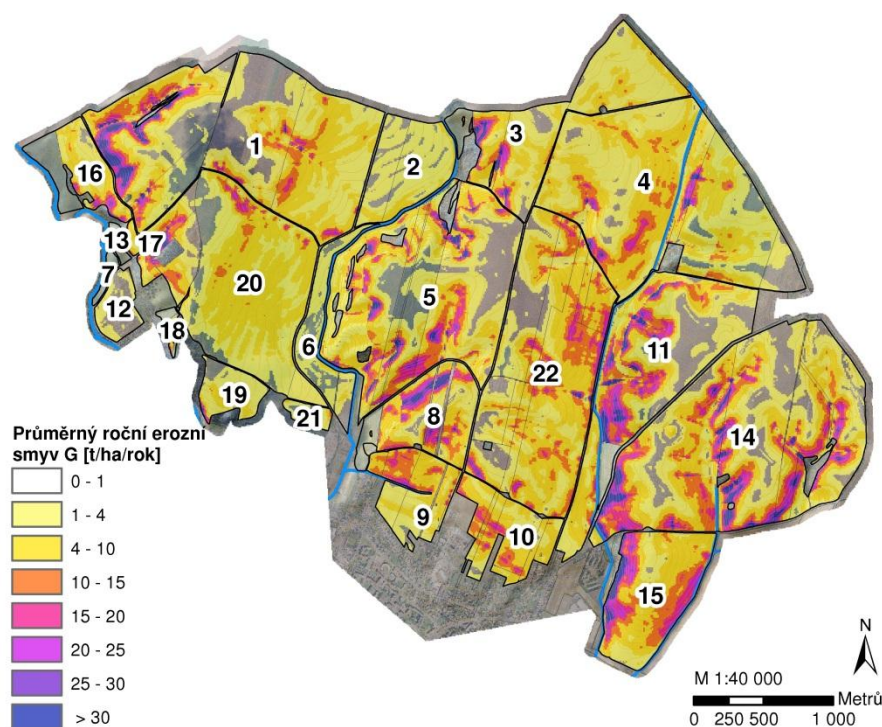
#### **4.9 Erozní poměry při současném využití území**

Současné erozní poměry zájmového území počítané s hodnotou faktoru  $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$  viz Obr. 15.

Tabelární výstup současných erozních poměrů vyhodnocený programem ArcGis  
viz Tab. 12.

<b>Označení EUC</b>	<b>Výměra [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Půdní smyv [t/ha/rok]</b>
<b>1</b>	1773700	6,0
<b>2</b>	359400	2,2
<b>3</b>	714400	5,2
<b>4</b>	1695900	5,2
<b>5</b>	1484500	6,5
<b>6</b>	218400	1,7
<b>7</b>	22000	0,1
<b>8</b>	389400	8,6
<b>9</b>	298900	6,6
<b>10</b>	320700	6,9
<b>11</b>	1028400	7,5
<b>12</b>	114700	1,2
<b>13</b>	22300	0,1
<b>14</b>	1963900	7,9
<b>15</b>	533200	11,3
<b>16</b>	261500	4,1
<b>17</b>	19800	5,5
<b>18</b>	28700	1,7
<b>19</b>	145600	3,6
<b>20</b>	1250800	5,1
<b>21</b>	46300	2,1
<b>22</b>	1448000	6,5

**Tab. 12 Průměrná roční ztráta půdy na jednotlivé EUC zapříčiněná vodní erozí**



**Obr. 15 Průměrný roční erozní smyv při současném využití území**

#### **4.10 Vodohospodářsky významné lokality a významná zařízení**

##### **Vodárenské objekty**

V k.ú. Kateřinky u Opavy se nachází vodárenský objekt společnosti SmVaK Ostrava a.s., sloužící k zásobení pitnou vodou pro obyvatelstvo.

V zájmové oblasti se vyskytuje PHO II.st. situované v jihozápadní části řešeného území v lokalitě „Horní pole“. Pásmo hygienické ochrany 2. stupně se zřizuje okolo 1. stupně PHO v případě nebezpečí, že by voda mohla být znečišťována ze vzdálenějších míst. Toto pásmo se stanovuje vždy při odběru vody z vodního toku nebo nádrže. V ochranném pásmu I. a II. stupně je zakázáno provádět:

*- činnosti poškozující nebo ohrožující vydatnost, jakost nebo zdravotní nezávadnost vodního zdroje, jejichž rozsah je vymezen v opatření obecné povahy o stanovení nebo změně ochranného pásma.*

## **Vodní nádrže**

Na území se nachází několik vodních nádrží. Nejvýznamnější vodní plochou je Stříbrné jezero nacházející se v k. ú. Kateřinky u Opavy. Jezero vzniklo při povrchové těžbě sádrovce, kdy v roce 1964 došlo k zatopení tohoto povrchového lomu vodou z řeky Opavy. Dnes jezero slouží k rekreačním účelům zejména pro rybaření a koupání. Správcem je obec. Jezero je dle vyhlášky 159/2003 Sb., o stanovení povrchové vody využívané ke koupání, ve znění č. 152/2008 Sb. určeno jako koupací oblast KO811701.

Dalšími významnějšími vodními nádržemi jsou kalové nádrže cukrovaru nacházející se v k. ú. Vávrovice. [22.]

## **MVE**

Malá vodní elektrárna MVE Opava - Palhanec

Ochranné pásmo těchto zařízení je stanoveno zákonem č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů (energetický zákon). Ochranné pásmo výroby elektřiny je vymezeno svislými rovinami vedenými ve vodorovné vzdálenosti 20 m kolmo na oplocení

nebo na vnější líc obvodového pláště výroby elektřiny.

V ochranném pásmu výroby elektřiny je zakázáno:

- a) zřizovat bez souhlasu vlastníka těchto zařízení stavby či umisťovat konstrukce a jiná podobná zařízení, jakož i uskladňovat hořlavé a výbušné látky,
- b) provádět bez souhlasu jeho vlastníka zemní práce,
- c) provádět činnosti, které by mohly ohrozit spolehlivost a bezpečnost provozu těchto zařízení nebo ohrozit život, zdraví či majetek osob,
- d) provádět činnosti, které by znemožňovaly nebo podstatně znesnadňovaly přístup k těmto zařízením.[23]

## **5 POUŽITÉ METODY**

V katastrálním území Kateřinky u Opavy byl nástroji programu ArcGIS, aplikací univerzální Wischmeier – Smithovy rovnice stanoven průměrný roční erozní smyv. Potřebné LS faktory byly spočteny metodou USLE 2D. Následně byl proveden rozbor odtokových poměrů metodou čísel odtokových křivek CN v modifikaci modelu ERCN. Model ERCN byl použit z důvodů nedostatku dat které byly nutností k správnému chodu modelu DesQ. Potřebná data, konkrétně vrstevnice, povodí a struktura půdního fondu

na Polském území byla odvozena z prokládání referenčně připojených ortofoto map s turistickými a ortofoto mapami, které jsou dostupné na internetu.

## 5.1 Univerzální rovnice USLE Wischmeier a Smith

Ke stanovení erozní ohroženosti zemědělských půd vodní erozí a k ohodnocení účinnosti navrhovaných protierozních opatření se používá tzv. univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí – USLE (Universal Soil Loss Equation) dle Wischmeiera a Smithe (1978). Jedná se o empirický model, vycházející z principů přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22 m a sklonu 9 %, jejichž povrch je po každém přivalovém dešti mechanicky kultivován ve směru sklonu svahu jako úhor. Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje trvale a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy.

Průměrná roční ztráta půdy vodní erozí se stanovuje na základě rovnice:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

kde:

G ...	průměrná dlouhodobá ztráta půdy ...	[t.ha <sup>-1</sup> .r <sup>-1</sup> ]
R ...	faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů ...	[MJ.ha <sup>-1</sup> .cm.h <sup>-1</sup> ]
K ...	faktor erodovatelnosti půdy, závislý na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu ...	[t. h. MJ <sup>-1</sup> .cm <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]
L ...	faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikosti ztráty půdy erozí ...	[-]
S ...	faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí	[-]
C ...	faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice ...	[-]
P ...	faktor účinnosti protierozních opatření ...	[-]

Vypočtená hodnota je dlouhodobá průměrná roční ztráta půdy a udává množství půdy, které bylo na pozemku uvolněno plošnou vodní erozí, nezahrnuje však její ukládání na pozemku či pod ním. Rovnice se nedoporučuje používat pro kratší než roční období a pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivých srážek nebo z tání sněhu. [15]

### **Přípustná ztráta půdy vodní erozí**

Hodnoty přípustné ztráty půdy erozí byly stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování funkcí půdy a její úrodnosti. Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podklad, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost. Hloubka půdy se určí terénním průzkumem v místech nejsvažitéjší části pozemku. Orientačně lze hloubku půdy zjistit podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Hloubka půdy je v systému BPEJ vyjádřena 5. číslicí sdruženého kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy. Kódy 7, 8, a 9 jsou určeny pro BPEJ pozemků se sklonem  $> 12^\circ$  a pro BPEJ nevyvinutých (rankerových) půd. Pro půdy s kódem 8 a 9 je hloubku půdy nutné zjistit terénním průzkumem. Pozemky s mělkými půdami s hloubkou do 30 cm by neměly být využívány pro polní výrobu a z hlediska zachování jejich trvalé úrodnosti se doporučuje jejich převedení do kategorie trvalých travních porostů.

Hloubka půdy (cm)	Kód BPEJ (5. číslice kódu)	Přípustná ztráta půdy erozí (t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> )
Mělká (< 30)	2	1,0
Středně hluboká (30 – 60)	1, 4, 7	4,0
Hluboká (> 60)	0, 3	10,0

**Tab. 13 Přípustná ztráta půdy erozí podle hloubky půdy [15]**

Dosazením zjištěných hodnot faktorů pro vyšetřovaný pozemek do univerzální rovnice se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> z tohoto pozemku při současném či navrhovaném způsobu využívání. Pokud vypočtená ztráta půdy překročí hodnoty stanovené jako přípustné ztráty půdy, viz. Tab. 13, je zřejmé, že současný způsob či navrhovaný způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou protierozní ochranu půdy. Proto je nutné uplatnit přísnější protierozní opatření, jejichž účinnost se vyjádří změnou faktorů univerzální rovnice, které příslušná opatření ovlivňují a opětovným výpočtem se přesvědčit, zda navržená ochranná opatření jsou dostatečná a zajišťují snížení dlouhodobé ztráty půdy erozí pod úroveň přípustné ztráty půdy. [15]

#### **5.1.1 Faktor erozní účinnosti přívalového deště (R)**

Faktor erozní účinnosti deště R byl v USA odvozen na základě velkého množství dat o dešťových srážkách. Data ukazují, že jsou-li ostatní faktory USLE konstantní, je

ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště ( $E$ ) a jeho maximální 30-ti minutové intenzity ( $i_{30}$ ):

$$R = E \cdot i_{30}/100$$

kde

$R$  ... faktor erozní účinnosti deště ... [MJ.ha<sup>-1</sup>.cm.h<sup>-1</sup>]

$E$  ... celková kinetická energie deště ... [J.m<sup>-2</sup>]

$i_{30}$  ... max. 30minutová intenzita deště ... [cm.h<sup>-1</sup>]

Faktor erozní účinnosti srážek  $R$  tedy závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu.

Roční hodnota faktoru  $R$  se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly, přičemž se neuvažují deště s úhrnem menším než 12,5 mm a pokud v průběhu 15ti-minut nespadlo alespoň 6,25 mm a musí být oddělené od ostatních dešťů dobou delší než 6 hodin. [15]

Průměrná roční hodnota faktoru  $R$  v našich podmínkách je vlastně hodnotou faktoru  $R$  za vegetační období, neboť přívalové deště se u nás vyskytují pouze od konce dubna do počátku října. Dříve byla používána průměrná hodnota pro ČR  $R = 20$ , dnes se doporučuje používat spíše  $R = 40$ . [13] Pro účely bakalářské práce je použit faktor erozní účinnosti srážek  $R = 40$ .

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
% faktoru $R$	0,5	10	23	32	27	7	0,5

**Tab. 14 Rozdělení  $R$  faktoru do měsíců vegetačního období [15]**

### 5.1.2 Faktor erodovatelnosti půdy ( $K$ )

Vlastnosti půdy ovlivňují infiltrační schopnost půdy a odolnost půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek deště a transportu povrchově odtékající vodou. Faktor erodovatelnosti půdy  $K$  (resp. náchylnosti půdy k erozi) je v USLE definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřená v t.ha<sup>-1</sup> na jednotku faktoru erozní účinnosti deště  $R$ .

Faktor erodovatelnosti půdy lze stanovit třemi postupy:

1. podle vzorce,
2. podle nomogramu,
3. přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd.

U prvních dvou postupů stanovení je třeba mít k dispozici základní údaje o dané půdě, případně výsledky rozborů přímo v terénu odebraných směsných půdních vzorků z šetřeného pozemku. Pro rámcové posouzení erozní ohroženosti je možné i použít přibližné stanovení K faktoru podle HPJ bonitační soustavy půd. [15]

Pro účely diplomové práce byly faktory K stanoveny přibližně podle kódu BPEJ.

### **5.1.3 Faktory délky a sklonu svahu ( $L$ , $S$ )**

Vliv sklonu a délky svahu na intenzitu eroze vyjádřili Wischmeier a Smith (1965) kombinací faktoru sklonu svahu  $S$  a faktoru délky svahu  $L$ , tzv. topografickým faktorem  $LS$ . Tento faktor představuje poměr ztráty půdy na vyšetřovaném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22 m a sklonu 9%. Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že začne ukládání erodovaného materiálu nebo se plošný odtok soustředí do dráhy soustředěného odtoku. Ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, a to rychleji než je tomu u délky svahu.

$LS$  faktor se stanoví na základě situování odtokových výpočtových linií, které se navrhuji v rámci celků erozně uzavřených, případně na jednotlivých pozemcích kolmo na vrstevnice tam, kde se předpokládá nejvyšší hodnota kombinace  $LS$ . K rozdělení území na celky erozně uzavřené a k návrhu průběhu linií byl použit digitální model terénu ArcGIS. Následně byl pro výpočet  $LS$  faktoru použit program USLE 2D.

Program USLE 2D pro výpočet  $LS$  faktoru vyžaduje jako vstupní data DMT a grid erozně uzavřených celků. V programu je  $LS$  faktor počítán zvlášť pro každý rastrový element.  $LS$  faktor byl počítán standardní metodou výpočtu v RUSLE „LS Algorithm: Mc Cool“. Jelikož program pracuje pouze s daty ve formátu Idrisi (\*.rst), je nutné pro převod použít program LS – converter.



## **Teoretická východiska metody USLE 2D**

Podle Foster & Wischmeiera (1974) se výpočet faktoru LS, pro nepravidelné svahy provádí na základě vztahu:

$$LS = \sum_{j=1}^N \frac{S_j \cdot \lambda_j^{m+1} - S_j \cdot \lambda_{j-1}^{m+1}}{(\lambda_j - \lambda_{j-1}) \cdot (22.13)^m}$$

kde:

$S_j$  ... S faktor pro j-tý segment (m/m)

$\lambda_j$  ... vzdálenost ze spodní hranice j-tého segmentu k jeho horní hranici (m) [16]

### **5.1.4 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)**

Vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje jednak přímo ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku nebo nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost, včetně omezení možnosti zanášení pórů jemnými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem.

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů (měsíce duben – září). Proto dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny (kukuřice, okopaniny, sady a vinice) chrání půdu nedostatečně.

V rámci bakalářské práce potažmo analýzy erozního smyvu byla použita hodnota C faktoru 0,243 stanovená pro ornou půdu na základě průměrných C faktorů vypočtených z osevních postupů v dané lokalit. V případě TTP (trvalého travního porostu) je hodnota C rovna 0,005. [13]

### **5.1.5 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)**

Jelikož nebyla navržena žádná protierozní opatření, bylo počítáno s hodnotou faktoru  $P = 1$ .

## 5.2 Metoda čísel odtokových křivek CN

Metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number) představuje jednoduchý srážkoodtokový model s poměrně snadno dosažitelnými vstupy, dostatečně přesný, použitelný pro stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým přívalovým deštěm o zvolené pravděpodobnosti výskytu v zemědělsky využívaných povodí, či jejich částech o ploše do 10 km<sup>2</sup>. Metodu nelze použít pro výpočet odtoku z tání sněhu.

Přímý odtok zahrnuje odtok povrchový a odtok hypodermický. Podíly tohoto typu odtoku na celkovém odtoku se oceňují pomocí tzv. čísel odtokových křivek - CN. Čím větší hodnota CN, tím je pravděpodobnější, že se jedná o povrchový odtok. Odtok vody je ovlivněn obecně množstvím srážek, infiltrací vody do půdy, vlhkostí půdy, druhem vegetačního pokryvu, nepropustnými plochami a retencí povrchu.

Základním vstupem metody odtokových křivek je srážkový úhrn návrhového deště zvolené doby opakování, za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení na ploše povodí. Objem (výška) srážek je transformován na objem (výšku) odtoku pomocí čísel odtokových křivek – CN. Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepci a povrchové retenci.

Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle:

- a) hydrologických vlastností půd rozdělených do 4 skupin: A, B, C, D, na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení. Pro přibližnou orientaci při zařazování půd do hydrologických skupin je možné použít kód HPJ, což bylo použito také v případě diplomové práce.
- b) vlhkosti půdy určované na základě 5denního úhrnu předcházejících srážek, resp. indexu předchozích srážek (IPS) ve 3 stupních, kdy IPS I odpovídá takovému obsahu vody v půdě, který ještě umožňuje uspokojivou orbu a obdělávání, při IPS III je půda přesycena předcházejícími dešti. Pro návrhové účely se uvažuje IPS II ve středním nasycení půdy vodou.
- c) využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření.

Změny CN lze tedy dosáhnout zavedením protierozních opatření – způsobem využití

půdy, způsobem obdělávání, druhem a množstvím vegetačního pokryvu. [15]

### **5.2.1 Metoda čísel odtokových křivek $Q_N$ v modifikaci modelu ERCN**

Pro návrh opatření proti vodní erozi jsou základním hydrologickým podkladem maximální  $N$ -leté průtoky, vyvolané v malých nesledovaných povodích přívalovými srážkami. Metodika výpočtu  $Q_N$  v nepozorovaných profilech povodí je založena na odvození hodnot  $Q_N$  z hydrometrických pozorování ve vodoměrných stanicích. A to na základě regresních vztahů k fyzicko – geografickým charakteristikám povodí. Povodí příslušná k vodoměrným stanicím jsou však většinou řádově vyšší než zájmová povodí zemědělsky a lesnický využívána a vyznačují se mnohem členitější hydrografickou sítí. Vliv specifických charakteristik velmi malých povodí není dle této metodiky v potřebné míře zohledňován. Vhodnější metodikou pro velmi malá povodí jsou výpočtová schémata a hydrologické modely, zohledňující specifické charakteristiky malých povodí. V praxi ještě někdy užívané empirické vzorce (dle Čerkašina či Sokolovského) jsou velmi hrubým výpočtovým schématem. Pro potřeby bakalářské práce byl proto použit hydrologický model ERCN 2.0, Dumbrovský, M. et al (2001)

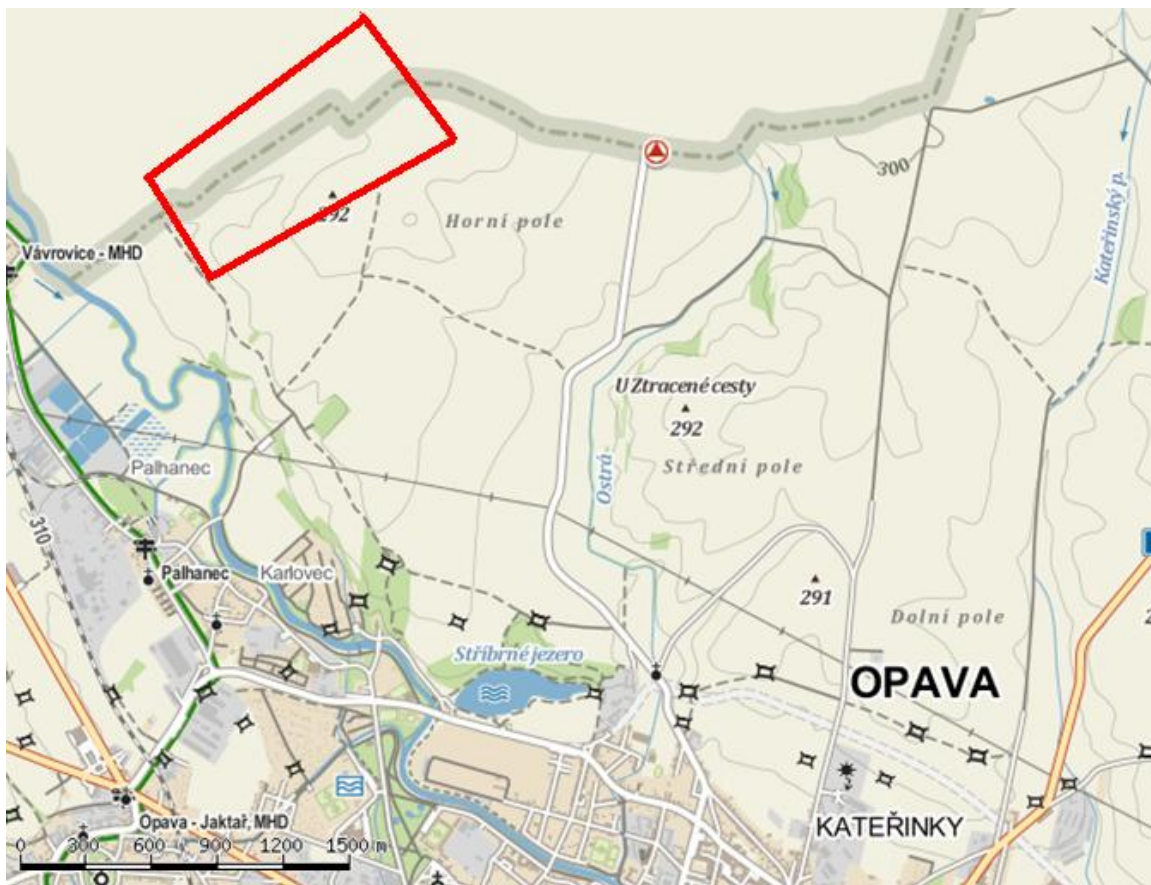
K výpočtům byly použity hodnoty ze srážkoměrné stanice Opava.

## **6 DÍLČÍ POVODÍ URČENÉ PRO NÁVRH SYSTÉMU PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH OPATŘENÍ**

### **6.1 Lokalizace dílčího povodí**

Dle zadání bakalářské práce bylo na základě analýzy současného stavu a terénního průzkumu katastrálních území Kateřinky u Opavy a Palhanec vybráno zájmové území, které je tvořeno dílčím povodím o celkové výměře 72,2 ha.

Povodí se nachází v katastrálním území Palhanec, severně od zastavěné městské části. Zájmová oblast se rozkládá při státní hranici s Polskem a zasahuje částí na území Polska.



Obr. 16 Přehledná mapa zájmového území [4]

## 6.2 Přehled stávajících vodohospodářských opatření

V zájmové lokalitě dílčího povodí se nevyskytují stávající vodohospodářská opatření.

## 6.3 Vyhodnocení stávajícího stavu dílčího povodí

Při terénním průzkumu byly ve vybraném zájmovém území zjištěny výrazné erozní rýhy. Tyto erozní rýhy hluboké místy až 0,6 m se v zájmovém území vyskytují pravidelně a jsou též hospodařícím subjektem pravidelně sanovány pomocí těžké techniky. Postup sanace erozní rýhy je popsán jako zavážení těchto poruch okolní ornou půdou. Tento postup byl ověřen u hospodařícího subjektu.

Opakované zavážení erozních rýh vedených v drahách soustředěného odtoku výrazně navyšují průměrný roční erozní smyv v dané lokalitě. Toto erozní ohrožení nelze promítnout do výstupů matematických modelů.

Při konfrontaci výstupů matematického modelu ArcGis s dotčeným hospodařícím subjektem, nebyly tyto rastrové výstupy průměrného ročního erozního smyvu akceptovány.





**Obr. 17 Erozní rýha v dílčím povodí vybrané lokality**

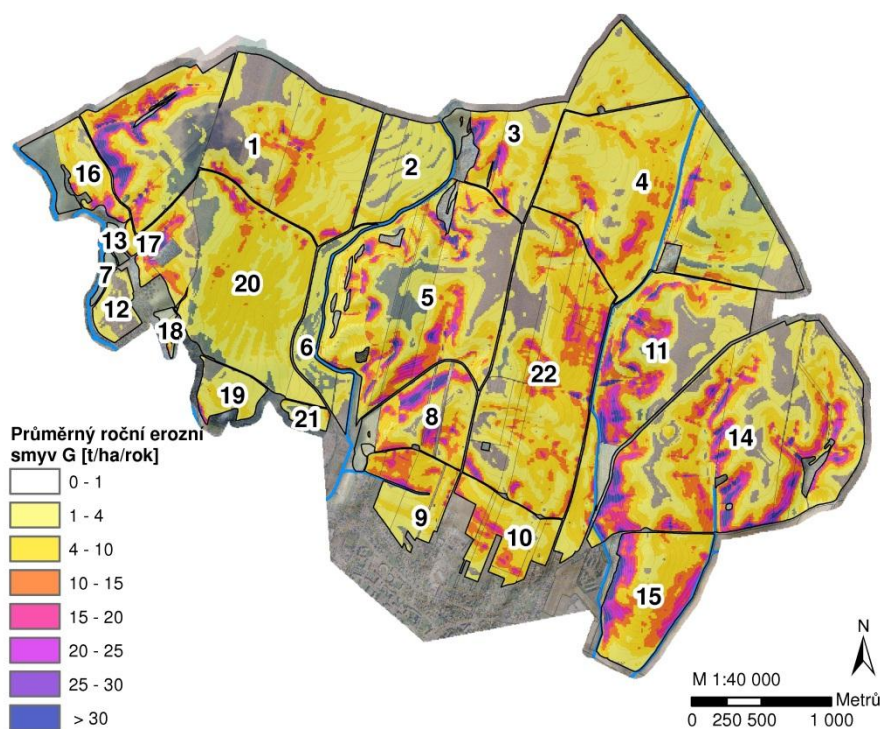




**Obr. 18 Maximální hloubka erozní rýhy vybrané lokality**

### **6.3.1 Erozní poměry při současném využití území**

Současné erozní poměry zájmového území počítané s hodnotou faktoru  $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$  viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**



**Obr. 19 Průměrný roční erozní smyv při současném využití dílčího povodí**

## **6.4 Hydrologické výpočty dílčího povodí**

V zájmové lokalitě dílčího povodí určeného pro aplikaci systému přírodě blízkých protierozních opatření byl určen kritický profil, ke kterému byly provedeny hydrologické výpočty.

*Výpočty byly provedeny pomocí metody CN křivek v programu ERCN:*

**Určení maximálního odtoku vody z povodí metodou CN křivek:**

$O_{pH} = 1000 * H_o * F$   
 $H_o = [(H_s - 0,2 A)^2] / [H_s + 0,8 A]$   
 $A = 25,4 [(1000/CN) - 10]$   
 $q_{pH} = [(F * H_o) / (6,2 * T_L)]$   
 $O_{pH}$  = přímý odtok v m<sup>3</sup>  
 $F$  = plocha povodí v km<sup>2</sup>  
 $H_o$  = výška přímého odtoku v mm  
 $H_s$  = výška srážky z přívalového deště v mm  
 $A$  = potenciální retence určovaná na základě čísla křivky CN dle vztahu  
 Hodnota CN stanovena dle programu.  
 $q_{pH}$  = jednotkový kulminační průtok v m<sup>3</sup> \* s<sup>-1</sup>  
 $F$  = plocha povodí (km<sup>2</sup>)  
 $H_o$  = výška přímého odtoku v mm  
 $T_L$  = doba zpoždění v hodinách na základě programu

Kulminační průtok  $Q_{pH} = 3,27 \text{ m}^3/\text{s}$

Objem přímého odtoku  $O_{pH} = 18703,79 \text{ m}^3$

Zadání :

Plocha [ha]	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická skupina půd	CN
70	r	Dobré	B	75
2,17	křoviny	-	B	67

P celk. CN	Hs	f	Ho	Ia/Hs	qph	
[ha]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	
72,17	74,76	79,00	1,00	25,92	0,22	0,63

Plošný povrchový odtok :

l	s	n	Hs2	Tta
[m]	[tgalfa]	[-]	[mm]	[h]
100	0,008	0,060	36,70	0,436

Soustředěný odtok o malé hloubce :

l	s	v	Ttb
[m]	[tgalfa]	m/s	[h]
629	0,037	0,946	0,185

Povrch nedlážděný.

Doba koncentrace  $T_c = 0,620 \text{ h}$

## 7 PRVKY NÁVRHU SYSTÉMU PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ

Zájmové území bylo důkladně prozkoumáno. Po konzultaci s dotčeným hospodařícím subjektem bylo rozhodnuto vypracovat dva návrhy protierozních opatření. Tyto návrhy vycházejí z požadavků dotčeného hospodařícího subjektu a požadavků na ochranu půdního fondu.

První návrh kompromisního řešení akceptuje požadavky hospodařících subjektů, zatímco návrh druhý tyto požadavky neakceptuje.

### **Varianty návrhů**

- ***Kompromisní návrh***
- ***Optimální návrh***

### **7.1 Přehled navržených opatření které jsou v různém rozsahu obsahem návrhů**

#### **7.1.1 Organizační opatření:**

Vzhledem k celkovému charakteru území a ochraně místních recipientů jsou organizační opatření navržena na značné ploše zájmového území. Svým charakterem se jedná o opatření poměrně účinná, ale zároveň finančně nenáročná, která umožní hospodářské využití území v souladu se zvýšením kvality ZPF a stability krajiny. Vzhledem k výše uvedenému je nutné, aby subjekty hospodařící v zájmovém území důsledně dbaly na aplikaci těchto opatření. V rámci zájmového území lze doporučit zejména:

- ***protierozní rozmístění plodin*** - spočívá v umísťování plodin, které nedostatečně chrání půdu před účinky vodní eroze (širokořádkové plodiny) na pozemky se sklonem max. 7 % s tím, že v případě jejich pěstování se doporučuje i na těchto pozemcích zařazení víceletých píceň do osevních postupů tak, aby byl jejich negativní účinek minimalizován.



- **delimitace kultur** - zatravnění (dočasné, trvalé) – je jedním z protierozně nejúčinnějších organizačně opatření na orné půdě. Dalším možným způsobem aplikovaným na ZPF jsou oseední postupy, tyto je možné aplikovat po dohodě s hospodařícími zemědělci.

### Protierozní oseední postup

1. roční období							
Plodina: vojtěška	období	trvání období		Ci	Ri	Ci*Ri	Pozn.
období podmínky a hrubé brázdy	1	1.9.	15.9.	0,02	0,01	0,0002	-
období od přípravy pozemku k setí do 1. měsíce po zasetí / sázení	2	16.9.	31.10.	0,02	0,014	0,00028	-
po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí / sázení, u ozimů do 30.4.	3	1.11.	30.4.	0,02	0,005	0,0001	-
od konce 3. období do sklizně.	4	1.5.	15.8.	0,02	0,811	0,01621	-
Období strniště	5	16.8.	31.8.	0,02	0,161	0,00321	-
C - faktor:						0,02	
2. roční období							
Plodina: vojtěška	období	trvání období		Ci	Ri	Ci*Ri	Pozn.
období podmínky a hrubé brázdy	1	1.9.	15.9.	0,02	0,01	0,0002	-
období od přípravy pozemku k setí do 1. měsíce po zasetí / sázení	2	16.9.	31.10.	0,02	0,014	0,00028	-
po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí / sázení, u ozimů do 30.4.	3	1.11.	30.4.	0,02	0,005	0,0001	-
od konce 3. období do sklizně.	4	1.5.	15.8.	0,02	0,811	0,01621	-
Období strniště	5	16.8.	31.8.	0,02	0,161	0,00321	-
C - faktor:						0,02	
3. roční období							
Plodina: pšenice (ozim)	období	trvání období		Ci	Ri	Ci*Ri	Pozn.
období podmínky a hrubé brázdy	1	1.9.	15.9.	0,5	0,01	0,005	V 1. roce po jetelovinách
období od přípravy pozemku k setí do 1. měsíce po zasetí / sázení	2	16.9.	31.10.	0,55	0,014	0,0077	setí do zorané půdy
po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí / sázení, u ozimů do 30.4.	3	1.11.	30.4.	0,3	0,005	0,0015	
							-

od konce 3. období do sklizně.	4	1.5.	15.8.	0,05	0,811	0,040525	-
Období strniště	5	16.8.	31.8.	0,2	0,161	0,0321	-
C - faktor:						0,09	
4. roční období							
Plodina: pšenice (ozim)	období	trvání období		Ci	Ri	Ci*Ri	Pozn.
období podmínky a hrubé brázdy	1	1.9.	15.9.	0,65	0,01	0,0065	po obilninách
období od přípravy pozemku k setí do 1. měsíce po zasetí / sázení	2	16.9.	31.10.	0,7	0,014	0,0098	setí do zorané půdy
po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí / sázení, u ozimů do 30.4.	3	1.11.	30.4.	0,45	0,005	0,00225	-
od konce 3. období do sklizně.	4	1.5.	15.8.	0,08	0,811	0,06484	-
Období strniště	5	16.8.	31.8.	0,25	0,161	0,040125	-
C - faktor:						0,12	
5. roční období							
Plodina: řepka olejka	období	trvání období		Ci	Ri	Ci*Ri	Pozn.
období podmínky a hrubé brázdy	1	1.9.	15.9.	0,75	0,01	0,0075	po obilninách
období od přípravy pozemku k setí do 1. měsíce po zasetí / sázení	2	16.9.	31.10.	0,8	0,014	0,0112	setí do zorané půdy
po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí / sázení, u ozimů do 30.4.	3	1.11.	30.4.	0,55	0,005	0,00275	-
od konce 3. období do sklizně.	4	1.5.	15.8.	0,18	0,811	0,14589	-
Období strniště	5	16.8.	31.8.	0,36	0,161	0,05778	-
C - faktor:						0,23	
Průměrný C - faktor:						0,10	

**Tab. 15 Protierozní osevní postupy**

U významně erozně ohrožených lokalit se doporučuje využití trvalého zatravnění na orné půdě. V rámci práce byly navrženy lokality k převodu do TTP.

V případě výsevu nových porostů navrhuji využití následujících směsí (dle Fiala a kol., 1999 – odrůdy jsou uvedeny informativně, lze volit i jiné s podobnými vlastnostmi):

Jetelotravní směska pro zakonzervování orné půdy a její konzervaci na TTP:

Jílek vytrvalý - 10 kg/ha	(odrůdy Sport, Jakub, Bača)
Kostřava červená - 5 kg/ha	(odrůdy Valaška, Táborská, Rosana, Ferota)
Lipnice luční - 5 kg/ha	(odrůdy Moravanka, Bohemia)
Pohánka hřebenitá - 6 kg/ha	(odrůdy Rožnovská)
Psineček výběžkatý - 4 kg/ha	(odrůdy Rožnovský)
Štírovník růžkatý - 1 kg/ha	(odrůdy Lotar, Malejovský)

---

**celkový výsevek - 31 kg/ha**

Jetelotravní směska pro přisev (ranná):

Srha říznačka - 10 kg/ha
Kostřava luční - 5 kg/ha
Jílek vytrvalý - 5 kg/ha
Jetel luční - 5 kg/ha
Jetel plazivý - 7 kg/ha

---

**celkový výsevek - 32 kg/ha**

- **zatravnění** – je v návrhu z důvodu protierozní ochrany. Prvky této ochrany mohou být zařazeny do kategorie ÚSES.
- **ochranné obdělávání půdy** – je systém obdělávání, který na povrchu půdy zachovává minimálně 30 % rostlinných zbytků, které snižují vodní a větrnou erozi. Zejména se využívají bezorebné technologie zpracování půdy (kypřiče, kombinované secí stroje). Ochranné obdělávání půdy a zejména ponechání posklizňových zbytků je velmi efektivní metodou PEO, která též výrazně snižuje odtok vody z povodí.

### 7.1.2 Agrotechnická opatření:

Do této kapitoly protierozních opatření jsou zahrnuta opatření zahrnující zejména zpracování a přípravu půdy, setí, hrázkování, důlkování, mulčování, sklizeň a nakládání s posklizňovými zbytky. Agrotechnická opatření lze také zařadit do protierozních opatření, která jsou již nákladnější a mnohdy vyžadují i speciální zemědělskou techniku.

Vhodnou kombinací výše uvedených způsobů protierozní ochrany (organizační, agrotechnická) lze dosáhnout snížení ztrát kulturních vrstev

půdy, a to i u pozemků, kde ztráty nepřekračují mezní hranici půdního smyvu, ale přesto jejich množství ohrožuje kvalitu místních recipientů, potažmo vodních nádrží a zvyšuje náklady na jejich údržbu. Tohoto by se docílilo za minima finančních prostředků při zachování základních produkčních funkcí krajiny. Tato opatření jsou jak v zájmu uživatelů, tak i vlastníků půdy a proto by oba tyto subjekty měly dbát na jejich dodržování.

### **7.1.3 Technická opatření:**

V kategorii technických opatření nalezneme stavby, které mění dosavadní krajinný ráz a reliéf terénu. Jsou to opatření, k jejichž vybudování je zapotřebí těžké strojní techniky a přechodného drastického zásahu do krajiny. Tato opatření jsou nákladná, avšak účinná.

#### *Protierozní hrázky:*

Jako hlavní účel těchto drobných staveb je ochrana zemědělského půdního fondu (ZPF), sedimentace splavenin, retence, zadržení a vsakování vod při povodňových stavech. Nejvíce k těmto stavům dochází na jaře nebo při letních přívalových deštích, které mají za následek odnos orniční vrstvy z přilehlých lokalit a následné sedimentace v silničních či cestních příkopech, propustcích nebo odnos vodním tokem do níže položených částí toku, kde tyto sedimenty mají za následek snížení kapacity koryta toku. Dále svým složením výrazně napomáhají k eutrofizaci vodních nádrží.

#### *Protierozní hrázky H1 – H3 s doprovodnou výsadbou zeleně:*

V k.ú. Palhanec jsou navrženy v lokalitě situované v západní části katastrálního území.

### **7.1.4 Biotechnická opatření**

Do této skupiny opatření řadíme zasakovací travní pásy, stabilizaci drah soustředěného odtoku a jiné. Opatření nejsou finančně nákladná, avšak vyžadují zábor plochy. Takováto opatření jsou vzhledem ke svým nákladům vysoce účinná.

V rámci práce se byla navržena stabilizace drah soustředěného odtoku (dále jen SDSO) zatravněním. Toto zatravnění je trasováno v údolnici a to v šířce 20 m.

## **7.2 Technická zpráva – Protierozní hrázky**

### **7.2.1 *Předmět dokumentace***

Předmětem dokumentace je soustava tří protierozních hrázek, která svými zátopami vytvoří prostor k sedimentaci splavenin, retenci a zpomalení povrchového odtoku ze zájmového území.

*Viz grafické přílohy č. 11 - 14*

### **7.2.2 *Popis území***

Navržená opatření protierozních hrázek H1, H2 a H3 jsou sdruženě situována v lokalitě severozápadně od intravilánu města Opavy, konkrétně severně od městské části Palhanec, v těsném sousedství Státní hranice s Polskem. Vzdušnou čarou přibližně 1,2 km severovýchodně od odkalovacích nádrží.

Území pro stavbu bylo vybráno na základě terénního průzkumu a projednáno s hospodařícím subjektem. Zájmové území vyhovuje svými morfologickými poměry k realizaci těles hrázek. Detailní popis v grafické příloze č. 11 *Situace stavby*.

### **7.2.3 *Účel navrhovaného opatření***

Jako hlavní účel těchto drobných staveb je ochrana zemědělského půdního fondu (ZPF), sedimentace splavenin, retence a vsakování vod nejen při povodňových stavech. Nejvíce k těmto stavům dochází na jaře nebo při letních přívalových deštích, které mají za následek odnos orniční vrstvy z přilehlých lokalit a následné sedimentace v silničních či cestních příkopech, propustcích nebo odnos vodním tokem do níže položených částí toku, kde tyto sedimenty mají za následek snížení kapacity koryta toku. Sedimenty svým složením výrazně napomáhají k eutrofizaci vodních nádrží a rybníků ležících na toku Opava a potažmo Odry.

Při zanesení zátop půdním sedimentem, budou tyto sedimenty odtěženy těžkou technikou. Odtěžená zemina bude v průběhu těžby převážena nákladními automobily na deponie, vyskytující se v blízkosti staveb H1, H2 a H3. Zde bude zemina za přispění hospodařícího subjektu rozorána a zapravena tak do zemědělsky využívaného honu.

### **7.2.4 *Podklady pro návrh technického řešení***

Výpočet dle programu ERCN, podrobné zaměření polohopisu a výškopisu.

### 7.2.5 Popis stavebně - technického řešení

Tělesa hrázek H1, H2 a H3 jsou navržena s identickými vzorovými příčnými profily (viz grafická příloha č. 14 *Vzorové příčné řezy*). Hrázky jsou rozvrženy v zájmové lokalitě jako kaskáda na sebe navazujících opatření, kde každé opatření které je výškově situované pod opatření stejného typu, přijímá od tohoto výše položeného opatření jeho odtok.

Návrh protierozních hrázek H1, H2 a H3 se skládá z těchto stavebních částí (stavební objekty):

- |         |  |
|---------|--|
| SO – 01 | Hrázka H1, délka v koruně 28,2 m, max. výška hrázky 1,05 m, objem zátopy 812 m <sup>3</sup><br>konstrukce: homogenní sypaná s patním drénem  |
| SO – 02 | Hrázka H2, délka v koruně 31,9 m, max. výška hrázky 1,0 m, objem zátopy 1093 m <sup>3</sup><br>konstrukce: homogenní sypaná s patním drénem  |
| SO – 03 | Hrázka H3, délka v koruně 46,4 m, max. výška hrázky 1,03 m, objem zátopy 1631 m <sup>3</sup><br>konstrukce: homogenní sypaná s patním drénem |

Konstrukce tělesa hrázek je navržena se sklonem návodního líce 1:3,7 a vzdušního líce 1:2,2 se šíří v koruně hráze 1m. Návodní i vzdušní líc je navržen k ohumosování a osetí travní směsí, která bude přispívat ke stabilitě tělesa hrázky (viz grafická příloha č. 14 *Vzorový příčný řez*). Pro konstrukci tělesa hrázek bude použita zemina nacházející se v místě navrhované stavby. Pokud tato zemina nevyhoví potřebným požadavkům, bude na místě upravena vhodnou technologií. Pro navýšení vhodnosti zeminy určené ke konstrukci těles homogenních zemních hrázek bude použit materiál z přilehlých pískoven. Tělesa hrázek budou sypána a hutněna zeminou vhodnou a to po vrstvách o maximální mocnosti 0,2 m.

Hrázky budou konstruovány s bočním bezpečnostním přelivem, který bude řešen jako betonový práh vyzděný z lomového kamene s přelivnou hranou o kapacitě  $Q_n = 100$ . Při realizaci bočního odtoku se počítá s prvky tlumící energii přepadového paprsku

(kamenný zához). Odpadní koryto bezpečnostního přelivu bude řešeno jako zemní těleso se sklony svahů 1:2. Odpadní koryto bude dimenzováno na  $Q_{100}$ , opevněno ve dně kamenným pohozem a ve svazích oseto vhodnou travní směsí. Odpadní koryto bude trasováno stávajícím rostlým terénem v dostatečné vzdálenosti od tělesa sypané hrázky tak, aby těleso hrázky nebylo při povodňových stavech ohroženo.

Variantně lze také provést dílčí úpravu terénu v zátopách a to v případě požadavku na navýšení retenčních objemů hrázek.

Vyústění odpadního koryta hrázek H1, H2 a H3 situovaných v kaskádě je v lokalitě navrženo svodným příkopem takto: odtok z H1 do zátopy H2 a dále s odtokem z H2 do zátopy H3.

Vyústění bočního odtoku z hrázky H3 je navrženo svodným příkopem do Cestního příkopu vedlejší polní cesty C11. Dále jsou tyto vody převedeny propustkem pod vedlejší polní cestou do interakčního prvku, který leží na hranicích ČR s Polskem a svádí tyto vody to recipientu s názvem Opava.

### 7.2.6 Hydrotechnické výpočty

*Výpočty byly provedeny pomocí metody CN křivek v programu ERCN před návrhem PEO:*

#### **Určení maximálního odtoku vody z povodí metodou CN křivek:**

$$O_{pH} = 1000 * H_o * F$$

$$H_o = [(H_s - 0,2 A)^2] / [H_s + 0,8 A]$$

$$A = 25,4 [(1000/CN) - 10]$$

$$q_{pH} = [(F * H_o) / (6,2 * T_L)]$$

$$O_{pH} = \text{přímý odtok v m}^3$$

$$F = \text{plocha povodí v km}^2$$

$$H_o = \text{výška přímého odtoku v mm}$$

$$H_s = \text{výška srážky z přívalového deště v mm}$$

$$A = \text{potenciální retence určovaná na základě čísla křivky CN dle vztahu}$$

Hodnota CN stanovena dle programu.

$$q_{pH} = \text{jednotkový kulminační průtok v m}^3 * \text{s}^{-1}$$

$$F = \text{plocha povodí (km}^2\text{)}$$

$H_o$  = výška přímého odtoku v mm

$T_L$  = doba zpoždění v hodinách na základě programu

### **Povodí protierozních hrázek H1, H2, H3**

Kulminační průtok  $Q_{pH} = 3,27 \text{ m}^3/\text{s}$

Objem přímého odtoku  $O_{pH} = 18703,79 \text{ m}^3$

Zadání :

Plocha [ha]	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická skupina půd	CN
2,17	ttp	-	B	67
70	r	Dobré	B	75

P celk. CN	Hs	f	$H_o$	Ia/Hs	qph
[ha]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[-]
72,17	74,76	79,00	1,00	25,92	0,22
					0,63

Plošný povrchový odtok :

l	s	n	Hs2	Tta
[m]	[tgalfa]	[-]	[mm]	[h]
100	0,008	0,060	36,70	0,436

Soustředěný odtok o malé hloubce :

l	s	v	Ttb
[m]	[tgalfa]	m/s	[h]
629	0,037	0,946	0,185

Povrch nedlážděný.

Doba koncentrace  $T_c = 0,620 \text{ h}$

### **Vyhodnocení vzhledem k retenci protierozních hrázek (orientační):**

Celková retenční kapacita protierozních hrázek:

$$(H_1 + H_2 + H_3 = 812 + 1093 + 1631) = 3536 \text{ m}^3$$

Objem přímého odtoku  $O_{pH} = 18703,79 \text{ m}^3$  (při 100 leté vodě)

Přepočet objemu přímého odtoku na 1 letou vodu:  $2244,45 \text{ m}^3$

Protierozní hrázky lokality č.1 jsou schopny v bezvadném technickém stavu zadržet minimálně 1 letou vodu (retence).



### ***7.2.7 Popis vlivu navrženého opatření (souboru) na životní prostředí***

Z dlouhodobého hlediska vlivu stavby na životní prostředí nedojde k negativnímu dotčení krajiny a krajinného rázu, ale k výraznému posílení a ekologické stability zájmového území. S ohledem na zvýšení biodiverzity dané lokality, vlivem kladného působení protierozních hrázek a doprovodné zeleně se zvýší i koeficient ekologické stability.

Z krátkodobého hlediska dojde během výstavby k negativnímu vlivu na společenstva agrikolních živočichů a to díky skutečnosti, že zájmové území navrhované stavby se nachází na zorněném území.

## **8 VLASTNÍ NÁVRHY**

Snahou návrhu je řešení problémových míst v poměrně členitém terénu zájmového území. Navržená opatření sledují snížení průměrné roční hodnoty erozního smyvu pod přípustnou mez  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Orná půda zabírá téměř 95 % z celkové rozlohy zájmového území. S ohledem na zájmy místních hospodařících zemědělců byly vytvořeny dvě varianty možných řešení.

### **Varianty návrhů**

- ***Kompromisní návrh***
- ***Optimální návrh***

Tyto dvě varianty návrhů se liší v rozsahu navržených Organizačních, Agrotechnických a Biotechnických opatřeních. Rozsah Technických opatření se u Optimálního i Kompromisního návrhu shoduje.

Jednotlivé situace navržených opatření jsou součástí grafických příloh.

## **8.1 Kompromisní návrh**

Je zpracován na základě požadavků hospodařícího subjektu.

### **8.1.1 Organizační opatření**

#### **- protierozní rozmístění plodin**

Protože se zhruba polovina orné půdy v zájmovém území nachází ve sklonu větším než 7%, je téměř v celé ploše zájmového území doporučeno vyloučit erozně nebezpečné plodiny a pěstování obilovin provádět s využitím půdoochranné agrotechnologie – setí do strniště.

*Detailní umístění doporučení v grafické příloze č. 7 Situace navržených opatření.*

#### **- ochranné obdělávání půdy**

Ochranné obdělávání půdy a zejména ponechání posklizňových zbytků, se doporučuje v celém rozsahu řešeného území.

#### **-delimitace kultur – zatravnění**

Zde se jeví návrh jako kompromisní z důvodů respektování požadavků hospodařících subjektů. Požadavky hospodařících subjektů sledují co nejvyšší možné využití území k zemědělským účelům. Hospodařící subjekt respektuje systém technických opatření a nutnost ochrany těchto opatření.

V rámci nejnutnější ochrany technických opatření je zatravnění navrženo v těsném okolí protierozních hrázek tak, aby nedocházelo k jejich enormně rychlému zanesení.

*Detailní umístění doporučení v grafické příloze č. 7 Situace navržených opatření.*

### **8.1.2 Agrotechnická opatření**

Doporučuje se užití agrotechnických opatření a technologií v celé rozloze zájmového území, avšak dle možností hospodařících subjektů.

### **8.1.3 Technická protierozní opatření**

Do optimálního návrhu jsou zapracovány protierozní hrázky, které jsou detailně popsány v kapitole 7.2 *Technická zpráva*

### **8.1.4 Biotechnická protierozní opatření**

Nejsou součástí návrhu.

## **8.2 Optimální návrh**

### **8.2.1 Organizační opatření**

#### ***- protierozní rozmístění plodin***

Protože se zhruba polovina orné půdy v zájmovém území nachází ve sklonu větším než 7%, je téměř v celé ploše zájmového území doporučeno vyloučit erozně nebezpečné plodiny a pěstování obilovin provádět s využitím půdoochranné agrotechnologie – setí do strniště. Dále se doporučuje užití osevních postupů dle tab. 15.

*Detailní umístění doporučení v grafické příloze č. 6 Situace navržených opatření.*

#### ***- ochranné obdělávání půdy***

Ochranné obdělávání půdy a zejména ponechání posklizňových zbytků, se doporučuje v celém rozsahu řešeného území.

#### ***- delimitace kultur – zatravnění***

Pozemky se sklonem v hodnotách kolem 15% jsou doporučeny k převedení na trvalý travní porost. Návrh plošného zatravnění počítá se zatravněním svahů kolem protierozních hrázek tak, aby se prodloužila doba úplného zanesení vlivem vodní eroze.

System plošných zatravnění výrazně navýší koeficient ekologické stability (dále jen KES) a biodiverzitu krajiny.

*Detailní umístění doporučení v grafické příloze č. 6 Situace navržených opatření.*

### 8.2.2 Agrotechnická opatření

Doporučuje se užití agrotechnických opatření a technologií v celé rozloze zájmového území, avšak dle možností hospodařících subjektů.

### 8.2.3 Technická opatření

Do optimálního návrhu jsou zapracovány protierozní hrázky, které jsou detailně popsány v kapitole 7.2 *Technická zpráva*

### 8.2.4 Biotechnická opatření

Jako navazující na plošné zatravnění je v délce zhruba 0,6 km navržena stabilizace dráhy soustředěného odtoku (SDSO) zatravněním. Parametry opatření jsou následující:

Délka 0,63 km

Šířka 20 m

*Detailní umístění opatření v grafické příloze č. 6 Situace navržených opatření.*

## 9 ANALÝZY A VÝSLEDKY

### 9.1 Erozní ohroženost dílčího povodí

S využitím analýz programu GIS a programu USLE 2D byly vypočteny průměrné roční erozní smyvy  $G$  v tunách za rok na zájmovém povodí před návrhy a po návrzích. Viz grafické přílohy č. 4, č. 6 a č. 7.

Z výstupu zhotoveného před návrhy (Viz graf. příl. Č. 4) systému protierozních opatření je patrné, že reliéfem poměrně složitě území vykazuje zhruba na polovině svého území nepřípustnou erozní ohroženost. Hodnoty se zde v několika lokálních případech dostávají přes  $G = 30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

Hloubku půd v zájmové lokalitě lze stanovit z poslední tedy 5. Číslice kódu BPEJ. Přípustná roční ztráta půdy vodní erozí na EUC 1 je rovna  $\max 4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Avšak v zájmové lokalitě dílčího povodí se nalézají převážně půdy, jejichž pátá číslice kódu BPEJ je 0. Z Tab. 13 vyplývá, že přípustné  $G$  je pro tyto půdy rovno maximu  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Navzdory tabelární hodnotě průměrného ročního erozního smyvu na EUC 1, která činí  $G = 6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , je z grafické přílohy č. 4 patrné, že řešené dílčí povodí

překračuje i hodnotu  $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ . Cílem návrhů bylo snížit ve vybraném dílčím povodí ztrátu půdy vodní erozí pod přípustnou mez.

Ztrátu půdy zapříčiněnou vodní erozí se podařilo pod přípustnou mez snížit optimálním návrhem. Kompromisní návrh respektující požadavky hospodařícího subjektu maximální přípustné hranice průměrné roční ztráty půdy vodní erozí přesáhl.

<b>Označení EUC</b>	<b>Výměra [m<sup>2</sup>]</b>	<b>současný stav Půdní smyv [t.ha-1.rok-1]</b>	<b>Optimální n. Půdní smyv [t.ha-1.rok-1]</b>	<b>Kompromisní n. Půdní smyv [t.ha-1.rok-1]</b>	<b>přípustná ztráta půdy vodní erozí [t.ha-1.rok-1]</b>
1	1773700	6,0	3,6	4,3	4

**Tab. 16 Erozní ohroženost dílčího povodí**

## 9.2 Rozbor odtokových poměrů

Za pomoci hydrologického modelu ERCN 2.0 byly v zájmovém povodí vypočteny N-leté objemy, kulminační průtoky a doby koncentrace povrchového odtoku vyvolané maximálním N-letým jednodenním srážkovým úhrnem. K rozboru odtokových poměrů byla v rámci bakalářské práce použita hodnota stoletého denního srážkového úhrnu  $H_{1d100} = 79 \text{ mm}$ .

Výpočty byly provedeny ve třech variantách dle současného stavu a návrhů struktur pozemkového fondu a PEO.

## Současný stav odtokových poměrů dílčího povodí – před návrhem PEO:

### Výpočet

Kulminační průtok  $Q_{pH} = 3,27 \text{ m}^3/\text{s}$

Objem přímého odtoku  $OpH = 18703,79 \text{ m}^3$

Zadání :

Plocha [ha]	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická skupina půd	CN
2,17	křoviny	-	B	67
70	r	Dobré	B	75

P celk. CN	Hs	f	Ho	Ia/Hs	qph	
[ha]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	
72,17	74,76	79,00	1,00	25,92	0,22	0,63

Plošný povrchový odtok :

l	s	n	Hs2	Tta
[m]	[tgalfa]	[-]	[mm]	[h]
100	0,008	0,060	36,70	0,436

Soustředěný odtok o malé hloubce :

l	s	v	Ttb
[m]	[tgalfa]	m/s	[h]
629	0,037	0,946	0,185

Povrch nedlážděný.

Doba koncentrace  $T_c = 0,620 \text{ h}$

## Odtokové poměry dílčího povodí po návrhu PEO – Kompromisní návrh:

### Výpočet

Kulminační průtok  $Q_{pH} = 1,99 \text{ m}^3/\text{s}$

Objem přímého odtoku  $OpH = 17280,38 \text{ m}^3$

Zadání :

Plocha [ha]	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická skupina půd	CN
2,17	křoviny	-	B	67
26	r	Dobré	B	71
44	r	Dobré	B	75

P celk. CN	Hs	f	Ho	Ia/Hs	qph	
[ha]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	
72,17	73,32	79,00	1,00	23,94	0,23	0,42

Plošný povrchový odtok :

l	s	n	Hs2	Tta
[m]	[tgalfa]	[-]	[mm]	[h]
100	0,008	0,170	36,70	1,003

Soustředěný odtok o malé hloubce :

l	s	v	Ttb
[m]	[tgalfa]	m/s	[h]
629	0,037	0,946	0,185

Povrch nedlážděný.

Doba koncentrace  $T_c = 1,187$  h

### Odtokové poměry dílčího povodí po návrhu PEO – Optimální návrh:

#### Výpočet

Kulminační průtok  $Q_{pH} = 1,92$  m<sup>3</sup>/s

Objem přímého odtoku  $O_{pH} = 16743,65$  m<sup>3</sup>

Zadání :

Plocha	Způsob	Hydrologické	Hydrologická	CN
[ha]	obdělávání	podmínky	skupina půd	
4	ttp	-	B	61
2,17	křoviny	-	B	67
22	r	Dobré	B	71
44	r	Dobré	B	75

P celk.	CN	Hs	f	Ho	Ia/Hs	qph
[ha]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	[-]
72,17	72,76	79,00	1,00	23,20	0,24	0,42

Plošný povrchový odtok :

l	s	n	Hs2	Tta
[m]	[tgalfa]	[-]	[mm]	[h]
100	0,008	0,170	36,70	1,003

Soustředěný odtok o malé hloubce :

l	s	v	Ttb
[m]	[tgalfa]	m/s	[h]
629	0,037	0,946	0,185

Povrch nedlážděný.

Doba koncentrace  $T_c = 1,187$  h

Kde:

$$O_{pH} = 1000 * H_o * F$$

$$H_o = [(H_s - 0,2 A)^2] / [H_s + 0,8 A]$$

$$A = 25,4 [(1000/CN) - 10]$$

$$q_{pH} = [(F * H_o) / (6,2 * T_L)]$$

$$O_{pH} = \text{přímý odtok v m}^3$$

$$F = \text{plocha povodí v km}^2$$

$$H_o = \text{výška přímého odtoku v mm}$$

$$H_s = \text{výška srážky z přívalového deště v mm}$$

$$A = \text{potenciální retence určovaná na základě čísla křivky CN dle vztahu}$$

Hodnota CN stanovena dle programu.

$$q_{pH} = \text{jednotkový kulminační průtok v m}^3 * \text{s}^{-1}$$

$$F = \text{plocha povodí (km}^2\text{)}$$

Hodnoty rozboru odtokových poměrů jsou shrnuty v následující tabulce.

Řešené povodí	$Q_{100\text{-letý}} \text{ objem}$ [m <sup>3</sup> ]	Kulminační průtok [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Doba koncentrace [h]	průměrné číslo CN [-]
Současný stav	18703	3,27	0,62	74,76
Kompromisní návrh	17280	1,99	1,19	73,32
Optimální návrh	16743	1,92	1,19	72,76

**Tab. 17 Rozbor odtokových poměrů**



## 10 DISKUZE

V rámci kompromisního návrhu systému přírodě blízkých opatření nedošlo k takovým změnám, které by byly podle aktuální metodiky [19] vyhovující. I po návrhu dále zůstávají lokální oblasti, které nadále enormně převyšují přípustný roční erozní smyv půdy. Konfrontace výsledků současné erozní ohroženosti řešeného území s dotčeným hospodářicím subjektem poukázala na celkovou situaci, která plyne ze zažitých domněnek hospodářicích subjektů. Tyto domněnky nerespektují erozní ohroženost půdy v takové míře, která je prokázána výzkumy, potažmo výpočtovými modely a jejich přehlednými výstupy. Na základě tohoto zjištění byly určeny jak technické, tak ideologické cíle bakalářské práce. Navržený systém protierozní ochrany, podléhá požadavkům na absenci liniových opatření, které rozdělují dosavadní zemědělské hony. Takové dělení velkoplošných zemědělských celků je z hlediska protierozní ochrany více než žádoucí. Na druhou stranu ale znesnadňuje užití dnes už zažitých metod obhospodařování zemědělské půdy, které jsou reprezentovány zejména enormně velkými zemědělskými stroji. Snahou návrhu je tyto metody obdělávání zemědělské půdy neomezovat. Zároveň ale návrh sleduje edukativní účinek, dopadající faktickou měrou na dotčené hospodářicí subjekty. Navržené protierozní hrázky tvoří zátupu, jejímž hlavním účelem je sedimentace půdních splavenin. Retenční schopnost se díky zdokumentované erozní ohroženosti zájmového území jeví jako druhotná, protože se předpokládá relativně rychlé zanášení retenčních prostorů půdními sedimenty. Zde se otevírá prostor ke kritice navrženého systému PEO. PE hrázky, které jsou základním pilířem návrhu a potažmo jiné PE nádrže jsou klasifikovány jako koncová opatření. K užití koncových opatření je v dnešní době projektantská obec defacto nucena. I tento návrh je výsledkem konfrontace se zemědělcem, který se slovem zavázal k tomu, že bude nápomocen při těžebních a přepravních pracích, pokud by se sedimentační prostor hrázek půdním sedimentem naplnil. Základní myšlenkou návrhu je umístění drobných koncových opatření, která nejsou náročná na trvalý zábor zemědělské půdy, na malá povodí hluboko do terénu katastrálních území. Celková myšlenka návrhu v první řadě respektuje nepříznivé vyhlídky na dostupnost vody a zemědělské půdy. Aplikací navržených opatření se snaží tyto vyhlídky zlepšit.

## 11 ZÁVĚR

Práce se zabývala návrhem systému přírodě blízkých protierozních opatření navržených na vybraném dílčím povodí o výměře 72,2 ha. Snahou návrhu bylo upřednostnit řešení, která by erozní ohroženost půdy zmírňovala co nejbližší jejímu vzniku a zároveň respektovala dosavadní technologii obdělávání půdy. Pro návrh byl vybrán systém protierozních opatření, který svým charakterem spadá do třídy drobných staveb a organizačních opatření. Konkrétně se jedná o malé suché sedimentační nádrže s retenčním účinkem, umístěné na malých povodích v kombinaci s plošným zatravněním a dalšími organizačními PEO. Otázkou však zůstává, jakým nejvhodnějším způsobem a v kterou roční dobu tyto sedimentační prostory od naplavených sedimentů čistit.

## Použité zdroje

1. <http://www.opava-city.cz/>
2. <http://www.wikipedia.com/>
3. <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
4. <http://googlemaps.com/>
5. <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/>
6. [http://www.herber.kvalitne.cz/FG\\_CR/klima.html](http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/klima.html)
7. <http://www.vetrani.com/images/stories/htech/rychlostvetru.gif>
8. <http://www.pod.cz/portal/isvs/jvp/cz/>
9. [http://cs.wikipedia.org/wiki/Geomorfologické\\_členění\\_Česka](http://cs.wikipedia.org/wiki/Geomorfologické_členění_Česka)
10. <http://eagri.cz/public/web/mze/>
11. DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Pozemkové úpravy*. Brno: CERM, 2004.
12. Holý, Miloš. *Protierozní ochrana*. Praha: SNTL, 1978.
13. DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Úprava odtokových poměrů v povodí*. Brno: 2007.
14. Šálek, Jan. *Rybníky a účelové nádrže*. Brno: VUTIUM, 2001.
15. JANEČEK, Miloslav a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: VÚMOP, 2007.
16. DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Geografické informační systémy*. Brno: 2009.
17. Hrádek, František. *Hydrologické podklady pro návrh protierozní ochrany při pozemkových úpravách*. Praha.
18. DOLEŽAL, GOLÍK, ŘÍHA, TORNER, ŽATECKÝ. *Malé vodní a suché nádrže*. Praha: ČKAIT, 2010.
19. Janeček, Miloslav a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: 2012.
20. Kateřinská zemědělská a. s.
21. Územní plán města Opava
22. [http://www.opava-city.cz/assets/zx/rozvoj/opava---koncept-asp--sea---text-2012\\_3.pdf](http://www.opava-city.cz/assets/zx/rozvoj/opava---koncept-asp--sea---text-2012_3.pdf)
23. <http://www.op4u.cz/pub/mmo/haup/uap/2012/zpravy/podklady-ruru-orp-opava-2012.pdf>
24. <http://www.op4u.cz/pub/mmo/haup/uap/2012/zpravy/podklady-ruru-orp-opava-2012.pdf>
25. [http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce\\_MSK/prilohy/BTABUL.pdf](http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/prilohy/BTABUL.pdf)
26. <http://www.e-gory.pl/index.php/Mapy-online/>

## Seznam použitých zkratk

AGPEO ...	agrotechnická protierozní opatření
BPEJ ...	bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN ...	curve number
DSO ...	dráha soustředěného odtoku
GIS ...	geografické informační systémy
HPJ ...	hlavní půdní jednotka
IPS ...	index předchozích srážek
KoPÚ ...	komplexní pozemková úprava
KÚ ...	katastrální území
LPIS ...	registr produkčních bloků
MP ...	modelové povodí
MVN ...	malá vodní nádrž
MZe ...	Ministerstvo zemědělství
OSN ...	Organizace spojených národů
PB ...	půdní blok
PE ...	protierozní
PEO ...	protierozní ochrana
PSZ ...	plán společných zařízení
PÚ ...	pozemková úprava
TTP ...	trvalý travní porost
USLE ...	universal soil loss equation
VENP ...	vyloučení erozně nebezpečných plodin
KES ...	koeficient ekologické stability

## Seznam příloh

Příloha 1	Přehledná situace M 1:15 000
Příloha 2	Mapa odtokových poměrů M 1:15 000
Příloha 3	Mapa erozní ohroženosti – současný stav M 1:15 000
Příloha 4	Mapa erozní ohroženosti – současný stav, zájmová lokalita M 1:10 000
Příloha 5	Přehledná situace, zájmová lokalita M 1:10 000
Příloha 6	Situace optimálně navržených opatření, zájmová lokalita M 1:5 000
Příloha 7	Situace kompromisně navržených opatření, zájmová lokalita M 1:5 000
Příloha 8	Mapa erozní ohroženosti – po optimálním návrhu, záj. lokalita M 1:5 000
Příloha 9	Mapa erozní ohroženosti – po kompromisním návrhu, záj. lokalita M 1:5000
Příloha 10	Situace stavby M 1:500
Příloha 11	Podélné profily M 1:1 000/100
Příloha 12	Příčné profily M 1:200
Příloha 13	Vzorový příčný řez M 1:100